

Umět si hrát je jedním z předpokladů spokojeného a šťastného prožití nějakých těch 60 až 70 let, „přidělených“ člověku pro jeho pobyt na Zemi. U dětí je to hlavní a dlouho jediná náplň veškerého času. Když však člověk dospívá a „moudří“ začne se obvykle domnívat, že je pod jeho úroveň hrát si – a když se někdy nějaké hry účastní, téměř se za to stydí. Tato část lidí se o mnoho ochuzuje. Máme přece i „hry pro dospělé“. Nemyslím

Většina lidí si pod pojmem modelářství představuje hlavně zhotovování a provozování modelů letadel. Již méně se ví o modelářství železničním (vyjma kupování vláček Piko a stavění domácích tratí), lodním, raketovém. Činnost modelářů spočívala ze začátku hlavně ve zhotovování modelů, lépe řečeno maket. Když bylo možné koupit elektrické i výbušné miniaturní motorky, došlo k „oživování“ modelů.

## Hračky pro dospělé

karty, šachy a několik dalších her, které by se daly zařadit spíše do her společenských nebo sportovních. Myslím opravdové hry, hry s hračkami – s vláčky a autíčky, s modely letadel apod. U nás jsou všechny tyto hračky a činnost s nimi spojená zařazeny pod pojem „modelářství“. I mezi modeláři jsou lidé, kteří se občas stydí za své hraní, modelářské „hry“ jsou však ty nejkrásnější hry, hry, které se zdají být ve svém důsledku naprosto neúčelné, hry, které hrajeme jen pro radost z nich samých. Samozřejmě i při nich, jako při jakékoli aktivní činnosti jakéhokoli druhu člověk získává nebo prohlubuje si některé druhy dovedností.

Modelářství je u nás zařazeno jako samostatná odbornost pod hlavičkou Českého modelářského svazu do Svazarmu.

Teprve s rozvojem elektroniky se modelářům otevřela možnost dokonalého ovládání modelů a tím nejtěsnějšího přiblížení skutečnosti. Pomocí lehkých tranzistorových zařízení a přenosných vysílačů lze na dálku ovládat všechny druhy modelů letadel, lodí i raket a vláček. Tyto modely se většinou označují jako RC modely. Toto označení vzniklo jako zkratka z anglického „Radio controlled“, což znamená „radiem řízený“. Ve státech západní Evropy mnoho podnikatelů a firem včas a dobře odhadlo touhu lidí po hračkách a začalo vyrábět nespočetné množství dílů, součástek i hotových přístrojů, potřebných k dálkovému ovládání modelů. U nás to zatím byly téměř „bílé vrány“: družstvo Jiskra se soupravou Gama, družstvo Mars se svojí soupravou a radioklub Smaragd s přijímači RC-1.

Z čeho se vlastně skládá taková souprava pro dálkové ovládání? Jednak patří k soupravě samozřejmě přijímač, který je zamontován v modelu, a vysílač, který má u sebe majitel a „pilot“ modelu. Přijímač se skládá ze vstupní části, která zachycuje radiové signály, zesilovače, který je zesiluje, dekodéru nebo jiného stupně, který převádí zachycené signály na formu, vhodnou pro uskutečnění požadovaných úkonů a konečně ze servomechanismů (lidově serv), které tyto úkony vykonávají (řízení, ovládání rychlosti apod.).

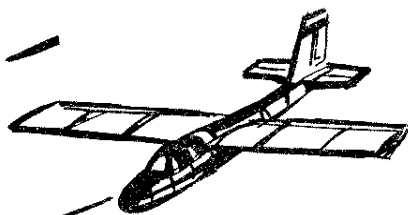
Vysílač má jednak vlastní zdroj vysokofrekvenčního signálu, sloužícího k přenosu potřebných informací, jednak ovládací prvky, kterými tyto informace do vysílače vkládáme a konečně modulátor, tj. zařízení, které vhodným způsobem „spojí“ funkční signály s vysílaným vysokofrekvenčním signálem. Na obou stranách (tj. u vysílače i u přijímače) musí být samozřejmě ještě anténa.

Ovládací soupravy se dělí na jednokanálové a vícekanálové. Jednokanálové slouží k ovládání jednoduchých modelů

a lze jimi ovládat pouze jednoduché funkce modelu. Jsou poměrně jednoduché a levné. Vícekanálové soupravy umožňují ovládání více různých funkcí modelů, přičemž některé z nich lze ovládat současně. Dělaří se obvykle maximálně dvánáctikanálové. Jsou již poměrně složité a drahé. Vývoj se samozřejmě nezastavil ani na tomto poli a existují již i soupravy digitální, pracující na principu číslicového zpracování informací.

Jak již bylo řečeno, u nás se výrobou ovládacích souprav pro modely nikdo systematicky nezabývá a modeláři jsou tak odkázáni většinou na vlastní dovednost. Musí tedy zvládnout tři profese: mechaniku (která je zvláště u složitějších modelů velmi náročná), elektroniku (tu potřebují k úspěšné stavbě „živé části“ svého modelu) a aerodynamiku. K tomu druhému by jim mělo pomoci toto číslo Radiového konstruktéra, které přináší mnoho návodů a námětů ze všech směrů dálkového ovládání modelů. Věříme, že tuto svoji úlohu splní a pomůže tak k úspěšnému „oživení“ mnoha pěkných modelů.

# Dálkové ovládání modelů



Emil Kubeš, OK1AUH; ing. Jaroslav Marek

Vlivem zvyšujícího se životního tempa pociťuje člověk na celém světě stále intenzivněji nutnost odreagovat se od svých každodenních povinností; jsme svědky toho, jak se ze dne na den rozmáhá „koníčkaření“. Tohoto jevu dovedli využít výrobci v různých státech světa, v nichž je na trhu množství různých souprav a pomůcek k dálkovému ovládání modelů letadel a lodí i různé jiné hračky pro děti i dospělé (štěkající a běžající pes atd.). U nás o tento výhodný obchodní artikl neměl a zřejmě nemá nikdo zájem, takže po prvních nesmělých pokusech pardubického družstva Jiskra v tomto oboru

není na trhu nyní téměř nic. Je zřejmé, že s rozvojem trhu je velmi úzce svázán i technický pokrok v tom či onom oboru techniky – není-li na trhu např. souprava pro dálkové ovládání, nemůže tedy doznat tento obor techniky nějakého rozšíření o technickém pokroku ani nemluvě. I u nás jsou ovšem špičkové soupravy dálkového ovládání, ty jsou však dovezeny většinou společenskými organizacemi ve velmi omezeném množství a obhospodařuje je i velmi omezený okruh zájemců.

I v české literatuře je tento obor popelkou. I když jde o úzce specializovanou

část užití radiotechniky, vidíme na příkladech ze zahraničí, kde tento obor doznal značného ba možno říci bouřlivého rozvoje, že je u nás v tomto směru i v literatuře značná mezera.

Tento Radiový konstruktér se chce alespoň pokusit dát čtenáři ucelený obraz o stavu vývoje souprav dálkového ovládání ve světě. Jsme odkázáni pouze na publikované zprávy v zahraničních časopisech a knihách, takže pokud by náš přehled byl neúplný, prosíme čtenáře, aby jednak byli shovívaví a jednak si uvědomili, že si mnozí výrobci chrání své výrobky z konkurenčních důvodů. Schémata a data výrobků jsou převzaty ze zahraniční literatury, nejsou ověřená; berte je proto pouze jako inspiraci a ne jako „kuchařku“. Konstrukce uvedené v praktické části jsou však vyzkoušené a schopné reprodukce.

### Druhy provozů

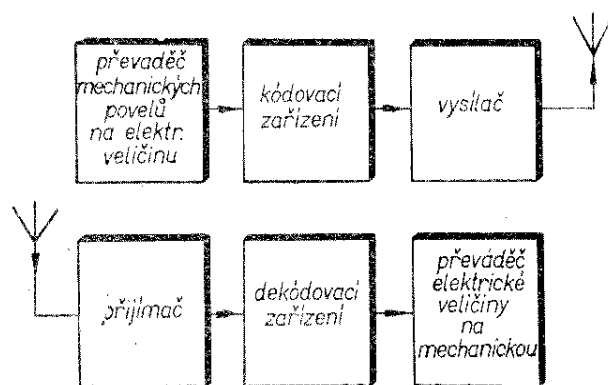
Každé radiotechnické zařízení pracuje podle předem vypracovaného (navrženého) systému. Každý radiotechnický systém se skládá z jednotlivých systémových celků. Systémové celky jsou tvořeny jednotlivými díly a ty jsou tvořeny radiotechnickými prvky.

Pro splnění požadované činnosti je možné zvolit několik systémů od nejjednodušších až po nejsložitější. Při volbě použitého systému se dbá na různá hlediska jako je spolehlivost, náklady, rozměry, provozní hospodárnost a výrobní cena. Obecně lze zhruba říci, že čím jsou vyšší (tvrdší) požadavky na činnost zařízení, tím je i použitý systém složitější a náročnější.

Také zařízení pro dálkové ovládání se řídí uvedenými obecnými pravidly – existují různé soupravy pro dálkové ovládání od těch nejprimitivnějších po velmi složité digitální nebo analogové proporcionální soupravy.

Souprava dálkového ovládání se většinou skládá z několika základních dílčích zařízení podle obr. 1.

Cílem je přenést mechanickou veličinu elektrickou cestou na určený objekt. Elektrickou cestou proto, že není mecha-



Obr. 1. Blokové schéma systému dálkového ovládání

nické spojení mezi ovládacím a ovládaným prvkem.

Souprava je buď přímo řízena člověkem, nebo je do ní vložen předem stanovený program. Mechanické pohyby se převedou určitým způsobem na elektrické veličiny. Vzniklé elektrické signály se musí zašifrovat tak, aby mohly být všechny nutné informace přeneseny jedinou přenosovou cestou (jeden vysílač). Ze zachyceného elektrického signálu je pak třeba (v přijímači) oddělit jednotlivé informace, vyhodnotit je a převést v mechanický pohyb.

Systém dálkového ovládání lze tedy rozdělit na tři hlavní skupiny jednak podle charakteru vstupních a výstupních mechanických pohybů (1. skupina), jednak podle způsobu kódování a dekódování (2. skupina) a posléze podle způsobu příjmu a vysílání (3. skupina).

Každá ze tří hlavních skupin je ještě rozdělena do podskupin. První hlavní skupinu lze rozdělit na tři podskupiny:

- 1.1 Soupravy se vstupními a výstupními mechanickými pohyby nespojitými
  - 1.1.1 Jednopovelové
  - 1.1.2 Vícepovelové
    - 1.1.2a Pouze s jedním povelom
    - 1.1.2b Se simultánním provozem
- 1.2 Soupravy se vstupními a výstupními mechanickými pohyby spojitými
  - 1.2.1 Jednopovelové
  - 1.2.2 Vícepovelové
    - 1.2.2a Pouze s jedním povelom
    - 1.2.2b Se simultánním provozem
- 1.3 Soupravy smíšené

Mechanický pohyb nespojitý je takový pohyb, při němž dojde ke změně polohy nějakého prvku o předem stanovenou velikost skokem. To znamená, že nemůže být mezi výchozí a konečnou polohou prvku žádná další stabilní poloha.

Spojité pohyby jsou takové pohyby, při němž je změna polohy prvku mezi dvěma krajními polohami plynulá – každá mezipoloha je tedy stabilní.

Simultánní provoz je takový provoz, kterým lze vysílat všechny povely jednou přenosovou cestou současně.

Soupravy lze dělit i podle druhého hlavního hlediska, podle způsobu kódování a dekódování. Pak rozeznáváme soupravy s následujícími druhy modulace:

## 2.1 Pulsní modulace

### 2.1.1 Jedna série pulsů pro každý povel

### 2.1.2 Časový multiplex

### 2.1.3 Šířková modulace pulsů

### 2.1.4 Polohová modulace pulsů

## 2.2 Modulace nízkofrekvenčními kmitočty – informace se přenáší pomocí nf modulačních kmitočtů

### 2.2.1 Možnost přenosu pouze jedné informace – jednoho nf kmitočtu

#### 2.2.1a Informace se nemění spojitě (ano – ne)

#### 2.2.1b Informace je spojitě proměnná – změnou modulačního kmitočtu

#### 2.2.1c Informace je spojitě proměnná – změnou amplitudy nf kmitočtu

### 2.2.2 Možnost současného přenosu více informací

#### 2.2.2a Informace se nemění spojitě (ano – ne)

#### 2.2.2b Informace jsou spojitě proměnné – změnou modulačních kmitočtů

#### 2.2.2c Informace jsou spojitě proměnné – změnou amplitud nf kmitočtů

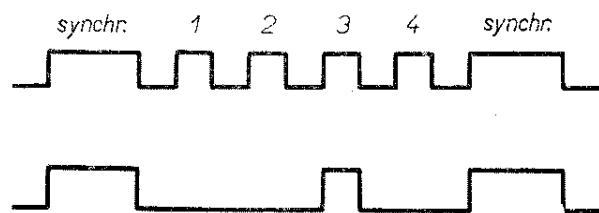
## 2.3 Smíšená modulace

Při pulsni modulaci nastávají dva stavy. Zapnuto – vypnuto na výstupu vysílače a výstupu přijímače. Na první pohled by bylo možno soudit, že se tímto

způsobem dá přenést pouze jedna nespojitá informace. Ovšem vhodným a dostatečně rychlým střídáním pulsů lze přenést informaci daleko víc. Při přenosu informací jednou sérií pulsů pro každý povel je vyhodnocení toto: například vysláním jednoho impulsu se ovládá jeden servomechanismus. Při vyslání dvou pulsů se ovládá druhý servomechanismus atp. Specifickým znakem tohoto způsobu vysílání informací (jedna série pulsů pro každý prvek) je to, že je nutno přenosovou cestu „uvolnit“ od předcházející série pulsů, aby mohla být vyslána série další. Protože jedna série pulsů reprezentuje jeden povel, je možno vysílat současně jen jeden povel.

Časový multiplex je známé zařízení. Je to naprosto pravidelně se opakující série např. pěti pulsů (obr. 2). Na začátku každé série je značkový neboli synchronizační impuls. Synchronizační impuls zajišťuje použitelnost časového multiplexu. Představme si, že z jakéhokoli důvodu (porucha, závada) bude vynechán nebo že přibude jeden impuls ve vysílači nebo v přijímači. Na vyhodnocovací straně dojde k posunu (předstih nebo zpoždění) jednotlivých kanálů a vysílače i přijímače nebudou synchronizovány; výsledkem bude neschopnost zařízení přenášet správné informace, neboť v přijímači je odpočítávací zařízení, které připíná vstupy jednotlivých kanálů k výstupu přijímače právě v tom okamžiku, kdy je na řadě ovládací impuls časového multiplexu, určený pro ten který kanál. Série pulsů časového multiplexu se velmi rychle opakují, takže lze ovládat všechny kanály současně – simultánně.

Při šířkové modulaci pulsů se informace vyhodnocují tak, že se vytřídí pulsy časového multiplexu a přivádějí se na detektory šířky pulsů. Šířku pulsů lze mě-



Obr. 2. Série pulsů časového multiplexu

nit spojitě a porovnáváním s normalizovaným impulsem v přijímací části zařízení dostaneme spojitě se měnící výstupní ovládací napětí.

Polohová modulace pulsů je podobná: u ní se však mění časová vzdálenost impulsu konstantní šířky od jiného, který tvoří časovou značku.

Různé pulsní modulace lze kombinovat a tím vytvořit mnoho variant přenosu požadované informace.

U nás se používá nejvíce tónový způsob ovládání. Vyrobí se jeden nebo více signálů tónových kmitočtů (co možno nejstabilnějších) a ty se vysílají. V přijímači jsou signály zavedeny na elektromechanické nebo elektrické filtry, naladěné na vysílané tónové kmitočty. Filtry rozdělí elektrické signály k jednotlivým ovládaným servomechanismům. Tímto způsobem je možno ovládat zařízení pouze nespojitě (zapnuto – vypnuto).

Vysílací zařízení mohou vysílat buďto jeden nebo více tónových kmitočtů současně. Je zřejmé, že jsou podstatně větší nároky na zařízení, které vysílá více tónových kmitočtů najednou.

Je možné vysílat signál jednoho nebo několika spojitě proměnných tónových kmitočtů současně. Signálu s určitým

kmitočtem odpovídá počáteční poloha servomechanismu. Při změnách kmitočtu lze ovládat spojitě se změnou kmitočtu polohu ovládacích prvků. Dekódovacím zařízením je pak kmitočtový diskriminátor.

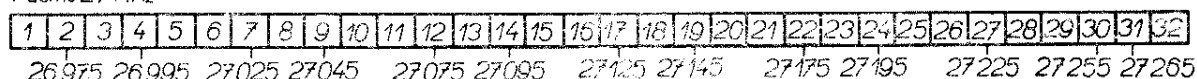
Způsob ovládání změnou amplitudy tónových kmitočtů se nepoužívá, neboť zařízení je velmi složité a náročné. Amplitudu tónových kmitočtů je možné vyhodnocovat absolutně nebo relativně (porovnávat).

Podle třetího hlavního hlediska na soupravy dálkového ovládání, tj. podle způsobu příjmu a vysílání rozeznáváme další druhy souprav. Ty dělíme:

- 3.1 Podle nosného vysokofrekvenčního kmitočtu (27,120; 40,680 MHz)
- 3.2 Podle vf výstupního výkonu
- 3.3 Podle způsobu modulace
  - 3.3.1 Amplitudová modulace
  - 3.3.2 Kmitočtová modulace
  - 3.3.3 Pulsně amplitudová modulace
- 3.4 Podle druhu vysílače (podle počtu stupňů, krystalem řízené apod.).
- 3.5 Podle druhu přijímače (přímozesilující, reflexní, superreakční detektor, superheterodyn).

Nosný kmitočet je stanoven předpisy spolu s povoleným vyzářeným vf výkonem. V začátcích dálkového ovládání se

Pásmo 27 MHz



Variophon / Grundig



Metz – Mecatron



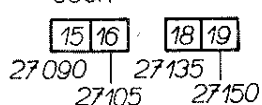
Telecont



Grundig (staré rozdělení)



ČSSR



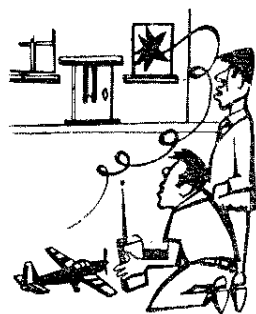
Obr. 3. Rozdělení kmitočtového pásma 27 MHz

jako vysílače používaly nejprve sólooscilátory a jako přijímače superreakční detektory. S rozvojem tohoto oboru se začaly používat vysílače řízené krystalem, jako přijímače byly však stále nejvíce rozšířeny superreakční detektory. Během posledních let však technický rozvoj souprav dálkového ovládání probíhá velmi bouřlivě – došlo i k požadavku současného použití více souprav dálkového ovládání. Bylo proto nezbytné rozdělit pásmo 27 MHz na kanály s rozestupem 10 kHz a jako přijímače souprav používat superhety. Rozdělením pásma 27 MHz vzniklo třicet dva kmitočtových kanálů (obr. 3) – nevyužívá se však rozdělení po 10 kHz, neboť při vzdálenosti kanálů 10 kHz by byly kladeny značné požadavky na přijímače souprav dálkového ovládání. (V poslední době se však např. v západoněmeckých časopisech objevuje stále více a více článků s touto tematikou. Navrhuje se používat přijímače s dvojm směšováním a šířkou pásma 3 kHz a selektivitou kanálů  $> 80$  dB). V současné době používají výrobci souprav dálkového ovládání v NSR 12 kmitočtových kanálů (obr. 3), přičemž střed pásma (tj. 27,125 MHz) je určen výhradně pro vysílače v soupravách, u nichž se jako přijímač používá superreakční detektor.

I když používání superheterodynů u nás není dosud vyřešeno, bylo by výhodné, kdyby příslušné orgány rozdělily pásmo 27 MHz na kmitočtové kanály již v současné době. Tím by se udělal první krok k ještě masovějšímu používání souprav dálkového ovládání.

Dříve se často používaly soupravy s amplitudovou modulací, v současné době se téměř výhradně používá pulsně amplitudová modulace, i když PAM

(pulsně amplitudová modulace) není tak energeticky účinná jako amplitudová modulace. Vyzářený výkon při PAM je menší než při vysílání pouze nosné. PAM je ovšem značně jednodušší a pro přenos pulsů velmi výhodná.

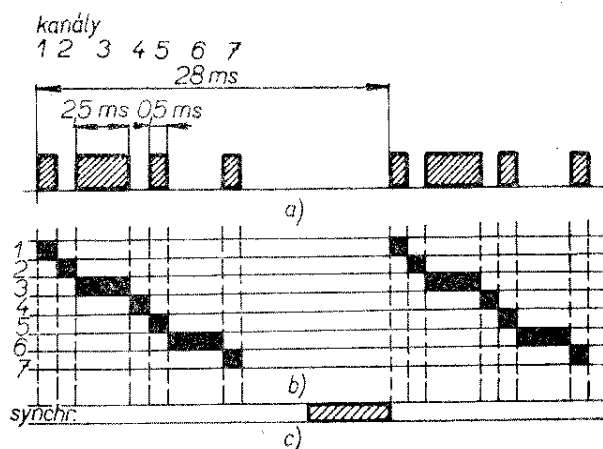


## Sedmikanálová simultánní souprava dálkového ovládání (digitální systém)

### Popis činnosti

Vysílaný signál jsou opakující se skupiny čtyř pulsů a čtyř mezer (časový multiplex). Opakovací kmitočet vysílaných skupin pulsů je 28 ms. V tomto systému je funkční každý impuls i mezera – jsou nositeli informací a vyhodnocují se. Pro liché kanály (tzn. 1, 3, 5, 7) jsou nositeli informace pulsy a pro sudé kanály (tzn. 2, 4, 6) jsou nositeli informace mezery. Vyhodnocování informace je skokové (bang – bang). Pro „vypnutý“ kanál je šířka pulsu nebo mezery asi 0,5 ms, pro „zapnutý“ kanál se šířka pulsu nebo mezery zvětší na pětinasobek (tj. asi 2,5 ms). Obr. 4a ukazuje tvar vysílaného signálu, kdy jsou zapnuty kanály 3 a 6 a ostatní vypnuty. Přijatý signál se dekoduje ve dvoustupňovém binárním čítači.

Binárnímu čítači je předřazen spínací obvod. Kombinací časových výstupů celého dekodéru ABCDEF (obr. 11) se získává sedm kanálových výstupů: osmá poloha odpovídá synchronizační periodě. Tabulka časových výstupů dekodéru je na obr. 4b. Do výstupu každého kanálu je zapojen detektor šířky pulsu, v němž se integrují jednotlivé pulsy a vyhodnocují informace. Použití časového multiplexu v systému dálkového ovládání podmiňuje použití synchronizace. K synchronizaci se využívá mezery, která odděluje jednotlivé skupiny (čtyři pulsy a tři mezery) časového multiplexu. Tato



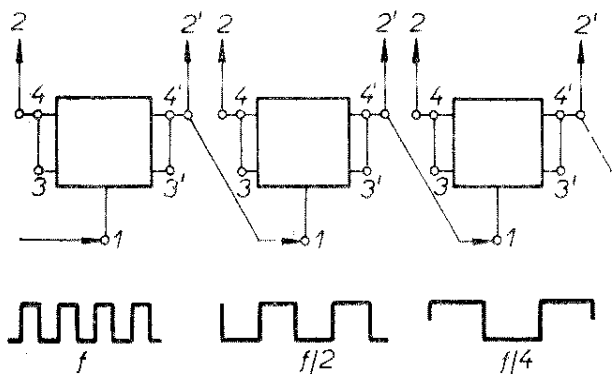
Obr. 4.

mezera má proměnnou délku (mezi 9,5 až 24,5 ms, obr. 4c, podle toho, kolik kanálů je v činnosti). I její minimální délka (asi 9,5 ms, jsou-li všechny kanály v činnosti) je stále ještě dostatečná k tomu, aby byla mezera spolehlivě zaznamenána synchronizačním obvodem. V době synchronizační mezery se binární čítač nastavuje synchronizačním obvodem do výchozího (počátečního) stavu.

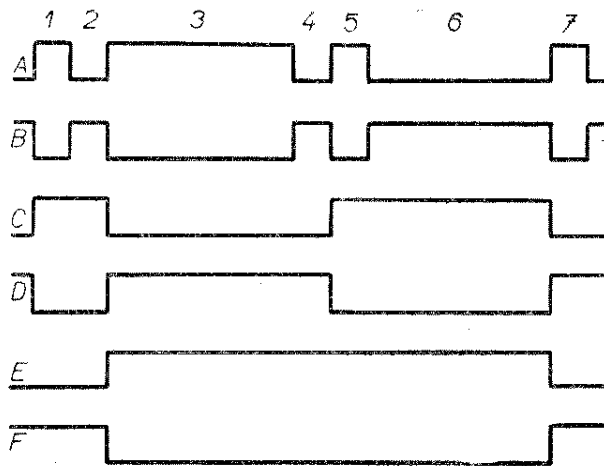
Protože se v tomto zařízení používá u dekodérů obvodů, které se v soupravách dálkového ovládání běžně nepoužívaly, považujeme za nutné blíže osvětlit činnost těchto obvodů.

Dekodér se skládá z binárního čítače a diodové matice. Binární čítač vzniká spojením potřebného počtu bistabilních klopných obvodů.

Blokové schéma spojení tří binárních obvodů je na obr. 5. Značení vývodů odpovídá obr. 10. Kolektorová napětí tranzistorů jednotlivých stupňů odpovídají počtu pulsů, přijatých na vstupu. Počet pulsů je vyjádřen ve dvojkové soustavě. Při trvalém buzení se z výstupů jednotlivých obvodů odebírají (vzhledem k předcházejícímu obvodu) signály obdélníkových průběhů s polovičními opakovacími kmitočty. V našem případě je nutné vyhodnocovat každý impuls i mezera. Proto je nutné složit binární čítač z jednoho spínacího obvodu a dvou bistabilních klopných obvodů. Byli by binární čítač složen pouze z bistabilních klopných obvodů, vyhodnocovaly by se pouze pulsy. Tvar výstupního napětí na jednotlivých časových výstupech čítače (ABCDEF, obr. 11) je na obr. 6



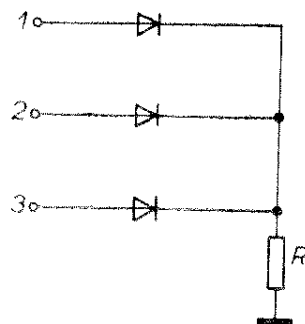
Obr. 5. Použití bistabilních obvodů v binárním čítači



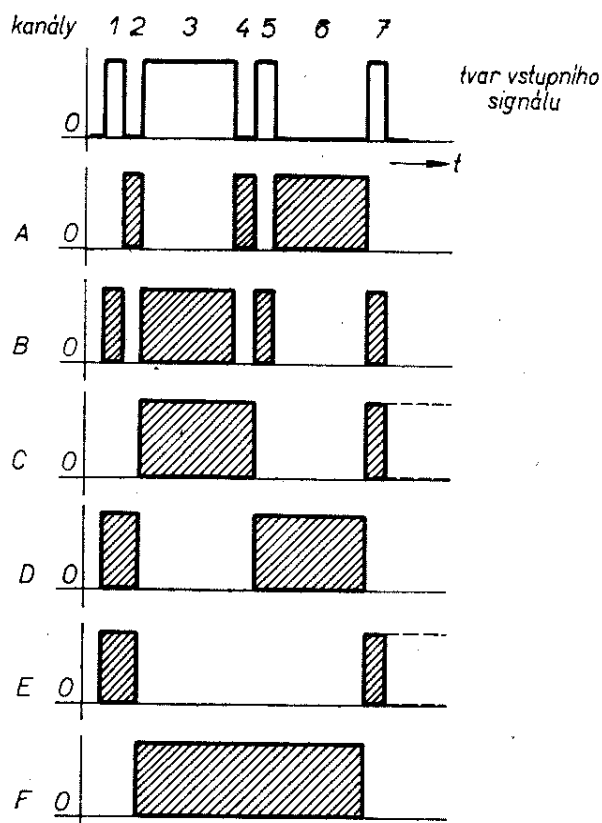
Obr. 6. Tvar výstupního napětí na jednotlivých časových výstupech

(kanály 3 a 6 jsou v činnosti). Pomocí diodové matice dochází k vyhodnocení „stavu“ jednotlivých časových výstupů v daném časovém okamžiku. Diodová matice (obr. 12) se skládá ze sedmi třívstupových diodových hradel (obr. 7). Je-li na všech třech vstupech (1, 2, 3) záporné napětí, hradlo nevede. Při pozitivní logice (kladné pulsy) se tedy vyhodnocuje logická nula. Nakreslíme-li si tedy na časové osy okamžiky, kdy na jednotlivých výstupech čítače jsou logické nuly (obr. 8), dostáváme spojením sobě odpovídajících časových úseků veškeré možné kombinace nezávislých výstupů diodového pole. Podle tabulky na obr. 9 vidíme, že existuje celkem osm možných kombinací (s připočtením výchozího stavu). Sedmi možnostmi se využívá pro výstupy jednotlivých kanálů a osmá poloha je synchronizace.

Bistabilní klopný obvod je stavebním celkem binárního čítače. Je to vlastně elektronický dvoupólový spínač. Klopný obvod pracuje na principu klasického



Obr. 7. Třívstupové diodové hradlo



Obr. 8. Rozložení nul na jednotlivých výstupech čítače na časové ose

elektronkového paměťového členu (tzv. Eccles-Jordanův bistabilní obvod), v němž je možné uchovat jednu informaci (tj. jeden bit). Jde o souměrný, přímovězaný zesilovač s přímou zpětnou vazbou z výstupu na vstup. Jak vyplývá z označení, má tento obvod dva stabilní stavy (jedna elektronka je uzavřena, druhá otevřena). Ještě širší možnosti využití bistabil-

1	B	D	E
2	A	D	E
3	B	C	F
4	A	C	F
5	B	D	F
6	A	D	F
7	B	C	E
8	A	C	E

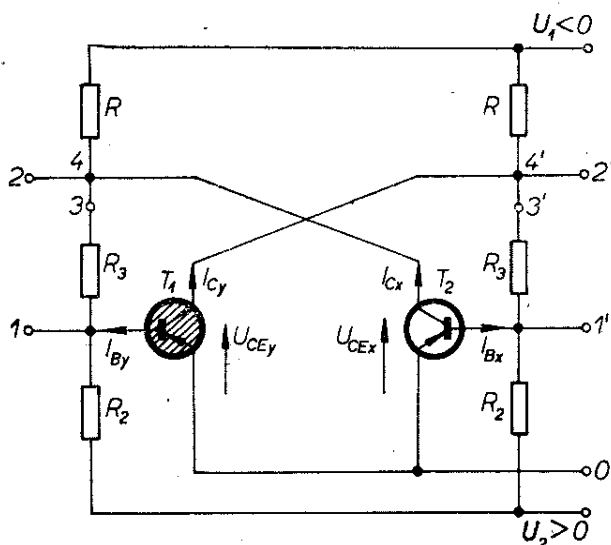
Obr. 9. Možné kombinace výstupů čítače

ních obvodů lze získat použitím plošných tranzistorů, které vyžadují jen malé napájecí napětí, mají malou spotřebu energie a také malé rozměry. Funkce tranzistorových obvodů je shodná s funkcí obvodů s elektronkami. Tranzistory mohou být typu p-n-p i n-p-n; tím je dána polarita emitoru a kolektoru vzhledem k bázi. Popíšeme zapojení obvodu s tranzistorem typu p-n-p, protože všechny tranzistory v soupravě jsou tohoto typu.

Vede-li tranzistor  $T_1$  (obr. 10), je na jeho kolektoru (výstup  $2'$ ) malé zbytkové záporné napětí a hlavní vliv na polaritu báze  $T_2$  má zdroj pomocného napětí  $U_2$ . Tranzistor  $T_2$  je tedy uzavřen, nevede a na jeho kolektoru (výstup 2) je téměř plné napájecí napětí  $U_1$ . To pak z odbočky mezi odpory  $R_2, R_3$  udržuje tranzistor  $T_1$  ve vodivém stavu. Je to vlastně dvoustupňový přímovězaný zesilovač s kladnou zpětnou vazbou. Jsou-li oba tranzistory v aktivní oblasti, musí být celkové zesílení smyčky větší než jedna, např. vyjádřeno přibližně proudovým zesílením

$$A_i = \alpha_E \frac{R}{R + R_3} > 1,$$

aby bistabilní obvod náležitě pracoval. Zavírací impuls na bázi vodivého tranzistoru (zde pro polaritu p-n-p kladný impuls na svorce 1) posouvá pracovní bod po zatěžovací přímce. V době od počátku impulsu do okamžiku, kdy pracovní bod vstoupí do aktivní oblasti,



Obr. 10. Bistabilní klopný obvod



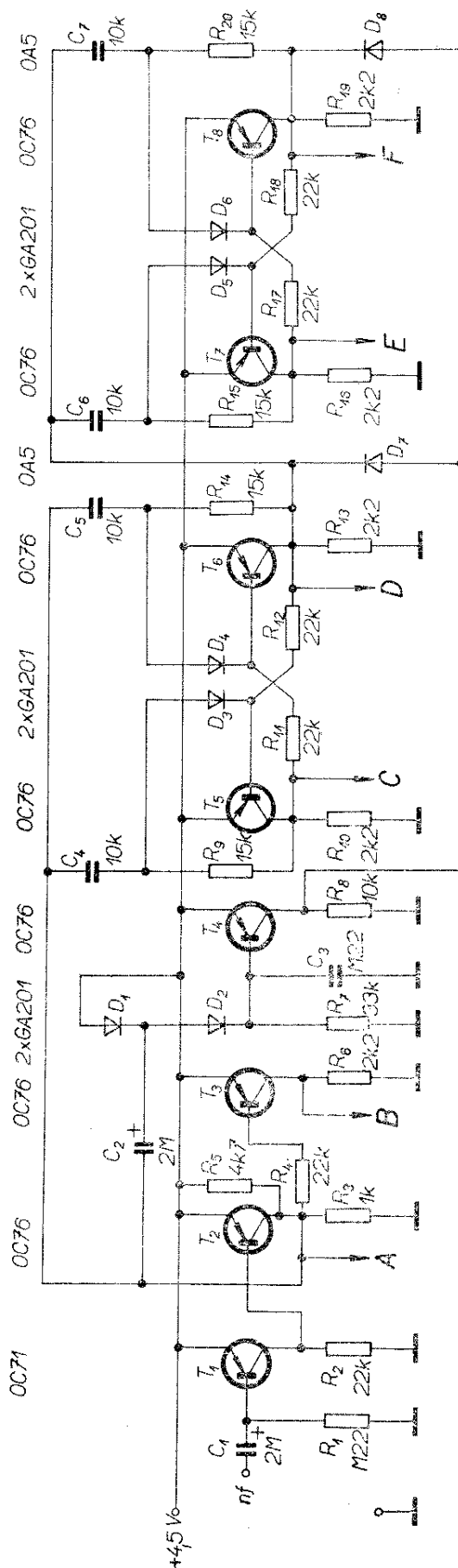
vybívá se nadbytečný náboj v obvodu báze. Tato doba tedy závisí na stupni nasycení. Dalším pohybem pracovního bodu se zvětšuje  $U_{CEy}$  směrem k záporným hodnotám a současně se otevírá tranzistor  $T_2$ . Jakmile se oba tranzistory dostanou do aktivní oblasti, uplatní se kladná zpětná vazba, která ještě zdůrazní a lavinovitě urychlí původní děj. V okamžiku, kdy se pracovní bod tranzistoru  $T_1$  posune do oblasti zahrazení a pracovní bod tranzistoru  $T_2$  do oblasti nasycení, kladná zpětná vazba se zmenší, děj se zpomalí a ukončí stabilním stavem.

K ovládání se může též použít otevírací impuls na bázi nevodivého tranzistoru.

Budicí impuls velké intenzity může způsobit převedení tranzistoru do opačného stavu dříve, než ho může sledovat druhý tranzistor. V určitém úseku mohou být např. oba tranzistory v oblasti nasycení, čímž se zmenšuje účinek kladné zpětné vazby.

Citlivost obvodu určuje impuls minimální amplitudy a délky, potřebný k překlacení. Z předchozího plyne, že je podle stupně nasycení třeba zvětšit délku nebo amplitudu zavíracího budicího impulsu. U daného zapojení závisí stupeň nasycení a tím i citlivost na proudovém zesílení  $\alpha_E$  použitých tranzistorů. Potřebná amplituda budicích pulsů se zvětšuje přibližně lineárně se zvětšujícím se  $\alpha_E$ . U rychlých bistabilních obvodů je tedy nutno používat buď tranzistory vybírané s ohledem na  $\alpha_E$  nebo obvody zamezující nasycení tranzistorů. Maximální přepínací kmitočet závisí tedy především na vlastnostech tranzistorů a velikosti i délce budicího impulsu: ty určují dobu potřebnou k přechodu z jednoho stavu do druhého. Pro rychlé spínací obvody se volí podmínky provozu v nenasyčeném stavu.

Pro méně přísné požadavky se konstruují bistabilní klopné obvody bez použití předpětí (napětí  $U_2 > 0$ ). Takto navržené bistabilní klopné obvody pracují též spolehlivě (ovšem v menším rozsahu pracovních teplot) a je kladen přísnější požadavek na velikost klidového proudu použitých tranzistorů. V zařízení



Obr. 11. Dekódovací část přijímače Seven Simul

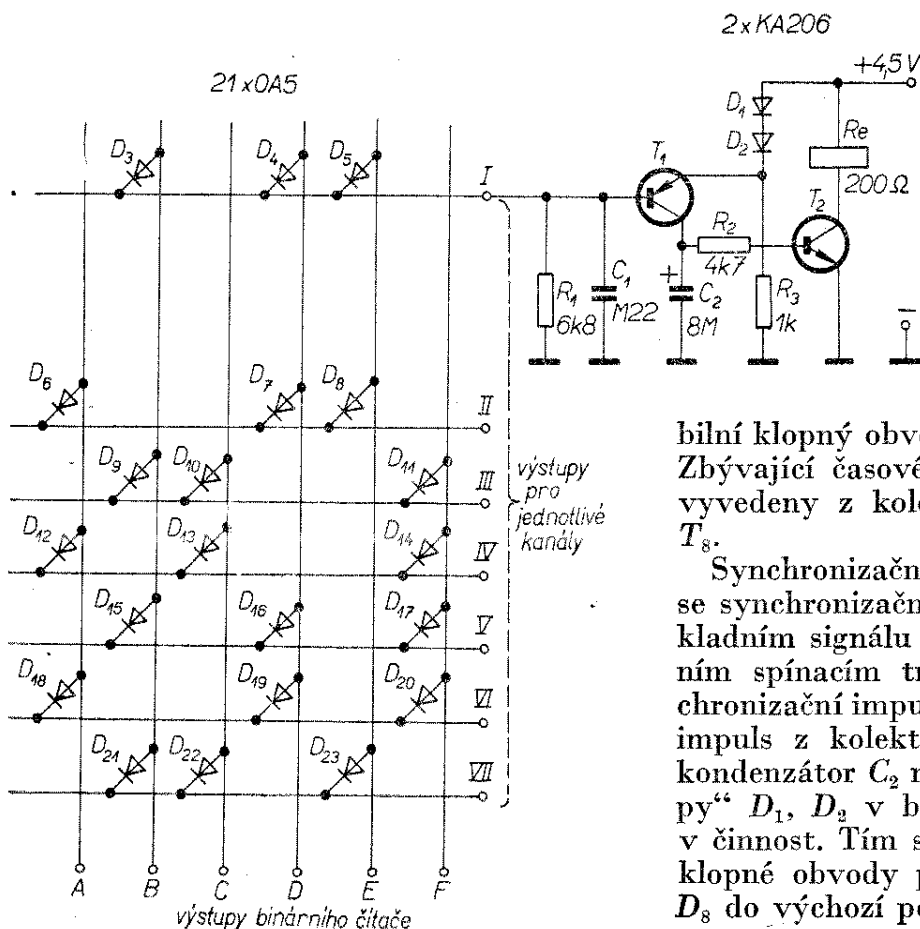
na obr. 11 jsou použity bistabilní klopné obvody bez pomocného předpětí.

Tvar vysílaného signálu může být generován několika způsoby. Popisované zařízení používá následný čítač spouštěný multivibrátorem (ten vytváří opakovací kmitočet skupiny pulsů časového multiplexu). Tento pulsní modulátor pracuje tak, že je v době impulsu vysílán signálnosného kmitočtu vysílače a v době mezery se vysílání nosné vlny přerušuje. Časování (tj. trvání pulsů a mezer v časovém multiplexu i délka synchronizační mezery) není v tomto systému kritické, takže umožňuje použití germaniových tranzistorů ve všech obvodech.

### Popis jednotlivých částí zařízení

#### Přijímač

Přijímač se skládá ze tří částí. První částí je vlastní přijímač, který dodává základní signál. Druhá část přijímače slouží k dekodování signálu (binární čítač a diodové pole). Třetí část pak obsahuje vyhodnocovací obvody.



Binární čítač (obr. 11) se skládá z předřazeného spínacího stupně s tranzistory  $T_2$ ,  $T_3$ , ze dvou binárních klopných obvodů s tranzistory  $T_5$ ,  $T_6$ ,  $T_7$ ,  $T_8$  a ze synchronizačního obvodu  $T_4$ . Signál zesílený zesilovacím stupněm s tranzistorem  $T_1$  se přivádí na bázi prvního tranzistoru spínacího obvodu  $T_2$ . V kolektoru  $T_2$  je první časový výstup (A). Současně se z tohoto místa ovládá (spouští) první bistabilní klopný obvod s tranzistory  $T_5$ ,  $T_6$  a druhý spínací tranzistor  $T_3$ . Z kolektoru  $T_3$  je vyveden druhý časový výstup (B). Tento stupeň pracuje vlastně jako invertor. Signál na jeho kolektoru je invertovaný signál z kolektoru  $T_2$ . Kladně derivovaný signál ovládacího impulsu z kolektoru  $T_2$  (převedený na bázi  $T_5$ ) překlápí bistabilní klopný obvod do druhé stabilní polohy. Z kolektoru  $T_5$  je vyveden další časový výstup (C). Z kolektoru  $T_6$  je vyveden časový výstup (D) a současně se z tohoto místa ovládá druhý bistabilní klopný obvod s tranzistory  $T_7$ ,  $T_8$ . Kladně derivovaným impulsem z kolektoru  $T_6$  se překlápí druhý bista-

Obr. 12. Diodová matice a detektor šířky impulsu

bilní klopný obvod s tranzistory  $T_7$  a  $T_8$ . Zbývající časové výstupy (E a F) jsou vyvedeny z kolektorů tranzistorů  $T_7$  a  $T_8$ .

Synchronizační obvod pracuje tak, že se synchronizační mezera vysílaná v základním signálu invertuje (převádí) prvním spínacím tranzistorem  $T_2$  na synchronizační impuls. Tento synchronizační impuls z kolektoru  $T_2$  se přivádí přes kondenzátor  $C_2$  na obvod diodové „pumpy“  $D_1$ ,  $D_2$  v bázi  $T_4$ , která jej uvede v činnost. Tím se nastaví dva bistabilní klopné obvody přes spínací diody  $D_7$  a  $D_8$  do výchozí polohy.

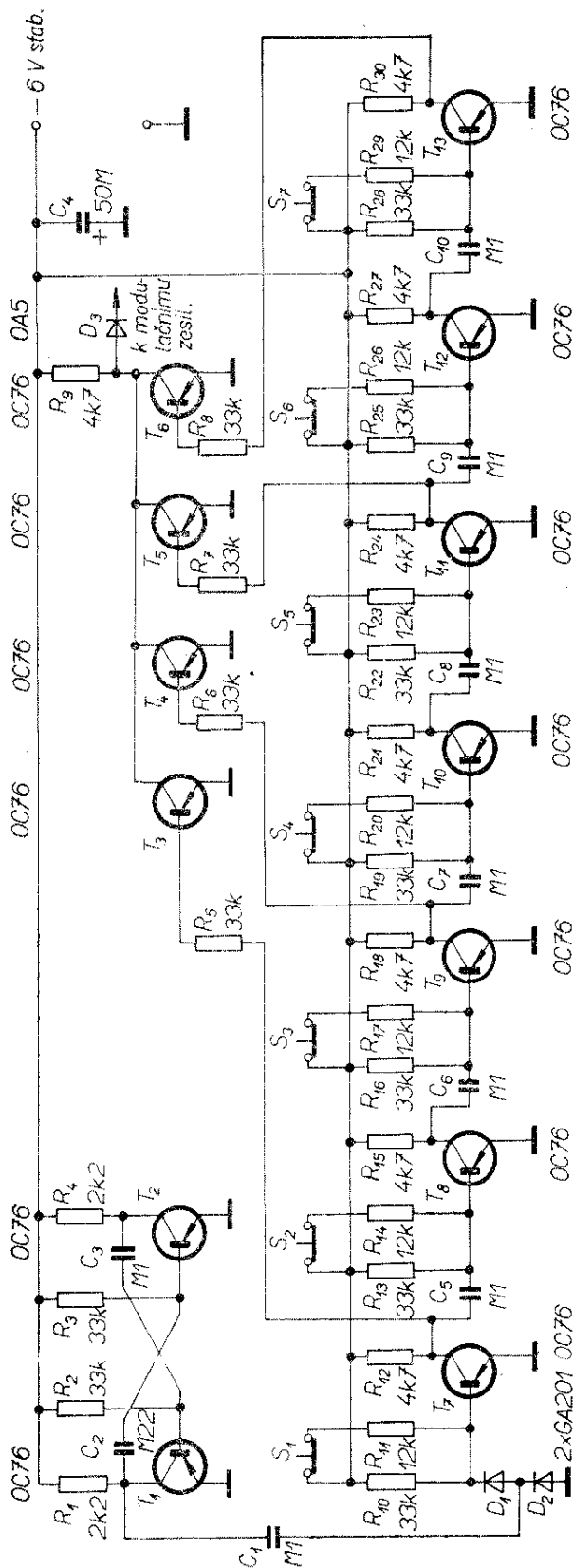
Signál se vytřídí do jednotlivých kanálů na diodové matici (obr. 12). Diodová matice má sedm třístupňových diodových hradel, připojených na časové výstupy A, B, C, D, E, F binárního čítače.

Vyhodnocacím obvodem je detektor šířky impulsu (obr. 12), jenž je připojen na výstup každého kanálu (kreslen pouze jeden). Detektor se skládá z integračního obvodu ( $R_1$ ,  $C_1$ ) a spínacího obvodu s tranzistory  $T_1$  a  $T_2$ . Integrační obvod integruje jednotlivé roztržené pulsy a dodává stálé napětí. Spínací obvod je nastaven tak, že při výstupní úrovni odpovídající „rozepnutému“ kanálu (0,5 ms) zůstává rozepnut. Při „zapnutí“ kanálu (2,5 ms, prodloužení přijímaných pulsů) má integrační obvod takové výstupní napětí, při němž sepne spínací obvod. Emitor  $T_1$  je napájen ze zdroje předpětí ( $D_1$ ,  $D_2$ ,  $R_3$ ). Tento zdroj předpětí může napájet emitory prvních spínacích tranzistorů vyhodnocovacích obvodů ve všech výstupech jednotlivých kanálů.

Celý přijímač je napájen z jedné baterie. Servomotory jsou napájeny ze samostatné baterie.

### Kodér

Kodér (obr. 13) se skládá ze sedmi stupňů následného čítače buzeného multivibrátorem s tranzistory  $T_1$  a  $T_2$ . Multivibrátor udává základní časovací cyklus 28 ms. Kladně derivovaným obdélníkovým impulsem základního multivibrátoru je přes obvod diodové pumpy  $D_1$ ,  $D_2$  spouštěn následný čítač s tranzistory  $T_7$  až  $T_{13}$ . První se uvede v činnost tranzistor  $T_7$  (uzavře se). Podle polohy spínače  $S_1$  produkuje  $T_7$  záporný impuls délky buď 0,5 nebo 2,5 ms. Derivací zadní hrany tohoto impulsu se uvede v činnost (uzavře) další stupeň následného čítače s tranzistorem  $T_8$ . Tento postup se opakuje tak dlouho, až se uvede v činnost (uzavře se) poslední stupeň následného čítače s tranzistorem  $T_{13}$ . Tak dostaneme sedm záporných pulsů s dobou trvání podle polohy jednotlivých tlačítkových spínačů  $S_1$  až  $S_7$ . Šířka vzniklých záporných pulsů se řídí časovou konstantou článků RC v bázi jednotlivých



Obr. 13. Kodér vysílače Seven Simul

stupňů následného čítače ( $C_5$  až  $C_{10}$  a  $R_{10}$  až  $R_{30}$ ). Při sepnutém tlačítku (základní poloha) je časová konstanta tvořena kapacitou příslušného kondenzátoru a paralelní kombinací odporů; délka impulsu je 0,5 ms. Rozepnutím tlačítka (tj. vysláním povelu) se zruší paralelní kombinace odporů v článku RC; odpor se zvětší a tím se prodlouží i časová konstanta a záporný impuls se prodlouží na 2,5 ms. Po skončení sedmi pulsů je následný čítač opět připraven v základní pracovní poloze (tzn. všechny tranzistory jsou otevřeny) k derivaci řídicího impulsu ze základního multivibrátoru.

V této době až do příchodu spouštěcího signálu (derivovaný řídicí impuls) se vysílá synchronizační mezera. Protože tento systém používá pro přenos informace i oddělovací mezery mezi pulsy, jsou sudé záporné pulsy postupného čítače invertovány tranzistory  $T_3$  až  $T_6$  se společným kolektorovým odporem. Na tomto odporu se objeví již úplný vysílaný signál včetně synchronizační mezery. Signál lze přes diodu  $D_3$  převádět na spínací stupně modulátoru vysílače.

### Nastavení

K uvedení celého zařízení do chodu stačí naladit přijímač. Případná korekce systému se může udělat následovně:

1. Tranzistor  $T_4$  v přijímací části má vést v době synchronizační mezery i v době, kdy je všemi kanály přenášena informace (tzn. je-li délka synchronizační mezery asi 9,5 ms). Při korekci měníme kapacitu kondenzátoru  $C_3$ .

2. Spínací tranzistor detektoru šířky pulsu ( $T_1$ , obr. 12) nesmí vést při délce pulsů 0,5 ms. Jestliže tranzistor vede, je nutné změnit kapacitu kondenzátoru  $C_1$  (obr. 12) integračního obvodu nebo velikost napětí na emitoru  $T_1$ .

### Rozpiska materiálu

#### Kodér vysílače

##### Odpory

$R_1, R_4$  TR112, 2,2 k $\Omega$   
 $R_2, R_3, R_5, R_6, R_7, R_8, R_9, R_{10}, R_{13}, R_{16}, R_{19}, R_{22}, R_{25}, R_{28}$  TR112, 33 k $\Omega$   
 $R_9, R_{12}, R_{15}, R_{18}, R_{21}, R_{24}, R_{27}, R_{30}$  TR112, 4,7 k $\Omega$   
 $R_{11}, R_{14}, R_{17}, R_{20}, R_{23}, R_{26}, R_{29}$  TR112, 12 k $\Omega$

#### Kondenzátory

$C_1, C_3, C_5, C_6, C_7, C_8, C_9, C_{10}$  TC181, 0,1  $\mu$ F  
 $C_2$  TC180, 0,22  $\mu$ F  
 $C_4$  TC941, 50  $\mu$ F

#### Tranzistory

$T_1$  až  $T_{13}$  OC76

#### Diody

$D_1, D_2$  GA201  
 $D_3$  OA5

#### Ostatní materiál

$S_1$  až  $S_7$  rozpínací tlačítkové spínače

### Dekodér přijímače

#### Odpory

$R_1$  TR112, 0,22 M $\Omega$   
 $R_2, R_4, R_{11}, R_{12}, R_{17}, R_{18}$  TR112, 22 k $\Omega$   
 $R_3$  TR112, 1 k $\Omega$   
 $R_5$  TR112, 4,7 k $\Omega$   
 $R_6, R_{10}, R_{13}, R_{16}, R_{19}$  TR112, 2,2 k $\Omega$   
 $R_7$  TR112, 33 k $\Omega$   
 $R_8$  TR112, 10 k $\Omega$   
 $R_9, R_{14}, R_{15}, R_{20}$  TR112, 15 k $\Omega$

#### Kondenzátory

$C_1, C_2$  TC 943, 2  $\mu$ F/15 V  
 $C_3$  TC180 0,22  $\mu$ F/100 V  
 $C_4, C_5, C_6, C_7$  TK751, 10 nF

#### Tranzistory

$T_1$  OC71  
 $T_2$  až  $T_8$  OC76

#### Diody

$D_1$  až  $D_6$  GA201  
 $D_7, D_8$  OA5

### Diodové pole a vyhodnocovací obvody

#### Odpory

$R_1$  TR112, 6,8 k $\Omega$   
 $R_2$  TR112, 4,7 k $\Omega$   
 $R_3$  TR112, 1 k $\Omega$

#### Kondenzátory

$C_1$  TC180, 0,22  $\mu$ F/100 V  
 $C_2$  TC941, 10  $\mu$ F (popř. TC942, 5  $\mu$ F)

#### Tranzistory

$T_1$  OC76  
 $T_2$  102NU71

(Doporučenou kapacitu 8  $\mu$ F ( $C_2$ ) nalezneme měřením).

### Digitální šestikanálová souprava Kraft Prop Control

Elektronické přístroje lze vybavit vším možným komfortem nebo mohou

být co nejjednodušší (jako Kraft Prop Control), pokud tím neutrpí spolehlivost řídicí soupravy. Při desetihodinových zkouškách soupravy Kraft se nevyskytla ani jediná závada při všech možných pracovních režimech. Výrobci se tedy podařilo sloučit požadavky na maximální jednoduchost (nižší cena) a maximální spolehlivost funkce soupravy.

Souprava pracuje systémem digitálního proporcionálního přenosu informace. Je speciálně konstruovaná k ovládání leteckých modelů.

### Vysílač

Obvykle používané vysílače se nosí zavěšené na řemenu kolem krku. Vysílač této soupravy je umístěn v malém pouzdře a při provozu se drží v ruce – palci, popř. palci a ukazováčky se ovládají obě řídicí páčky. Celý vysílač váží pouze něco přes 1 kg a velmi dobře se drží v ruce. Pouzdro je z hliníkového plechu, je potažené koženkou a proto neklouže z rukou, umaštěných od paliva při nahazování motoru. Čtyři povely jsou řízeny řídicími páčkami a mají jemné nastavení výchozí polohy. Další dva kanály se ovládají dvěma běžci. Řídicí páčky jsou na skřínce umístěny tak, aby je bylo možno snadno ovládat. Doladovací páčky jdou poněkud ztuha, aby nemohlo dojít k jejich posunu náhodným dotykem. Ovládač k řízení rychlosti otáčení motoru má stavitelnou brzdu, kterou se může nastavit moment potřebný k pohybu páčky. Agregáty ovládačů jsou celé z plastické hmoty, nedochází u nich tedy nikdy ke tření kovů o kov a tím k případnému vzniku rušivých pulsů ve vysílači. Doladování působí mechanicky na řídicí agregát a poněkud mění nulovou polohu ovládače. Ovládač je uložen v kulovém kloubu, který je na zevní straně utěsněn pryžovou manžetou. Kompletní ovládače jsou upevněny na skříni vysílače čtyřmi šrouby a jsou vzájemně záměnné.

Vestavěný měřicí přístroj ukazuje vyzařovaný výkon. Tím je kontrolována funkce vysílače a současně i stav baterií. Údaj měřidla je nezávislý na poloze vysílače. Při kontrole musí být anténa zcela

vytažena. K napájení vysílače se používají články DEAC 8/500 DKZ (NiCd). Provozní napětí vysílače je 10 V. Spotřeba proudu je 70 mA a výstupní výkon asi 300 mW. Akumulátory dovolují nepřetržitý provoz po čtyři až pět hodin, potom je nutno je opět nabít. Zdroje mají tedy dostatečnou rezervu pro lety s řízenými modely na soutěži i v tréninku, pokud právě nechce modelář dosáhnout světového rekordu v době trvání letu. Se soupravou je dodáván i malý nabíječ, který lze nasadit na skříňku vysílače. Články se však nabíjejí až tehdy, je-li do svorek na vysílači připojen i přijímač. Potom se rozsvítí i kontrolní žárovka nabíjení, která je na dně vysílače poblíže svorek. Protože je spotřeba přijímače včetně servosystémů přibližně stejná jako spotřeba vysílače, je zcela na místě, nabíjejí-li se oba akumulátory současně. Tím je též zaručeno, že jsou oba články (přijímače i vysílače) stejně nabity.

Celá elektronická část vysílače je rozmístěna přehledně na jedné základní desce. Vysílač je osazen výhradně křemíkovými tranzistory.

### Přijímač

Přijímačem soupravy je superhet se šířkou pásma 7 kHz. Je konstruován pro připojení šesti servosystémů, tedy pro šest proporcionálních kanálů; je velmi malý, jeho rozměry jsou  $65 \times 65 \times 25$  mm a váží pouze 120 g. Vzhledem k malým rozměrům a váze ho lze použít i v malých modelech, kde je nouze o prostor. Spodní díl skříňky přijímače je z duralového plechu tloušťky více než 1 mm. Je ohnut do tvaru U, takže dokonale chrání součástky přijímače i při velmi tvrdých nárazech. Kryt skříňky přijímače je z tenčího duralového plechu, který lze nasouvat přes spodní díl skříňky. Kryt lze snadno sejmout.

Jednotlivé části přijímače jsou montovány na deskách z polyesteru, zesíleného skelnými vlákny. K ochraně proti vibracím jsou desky zality silikonovým kaučukem. Krystal je v přijímači připojen. To je výhodné vzhledem k dokonalému připojení – nevýhodou je však

nemožnost rychle měnit jednotlivé kanály. Z přijímače je vyvedeno šest kabelových přípojek s malými zástrčkami k připojení servosystémů a přípojka pro napájení. Přípojky pro servosystémy mají nový typ plochých zástrček se širokými noži, které zajišťují spolehlivý kontakt. Zástrčky i zásuvky jsou barevně označeny, aby nebyla možná záměna.

### Servosystémy

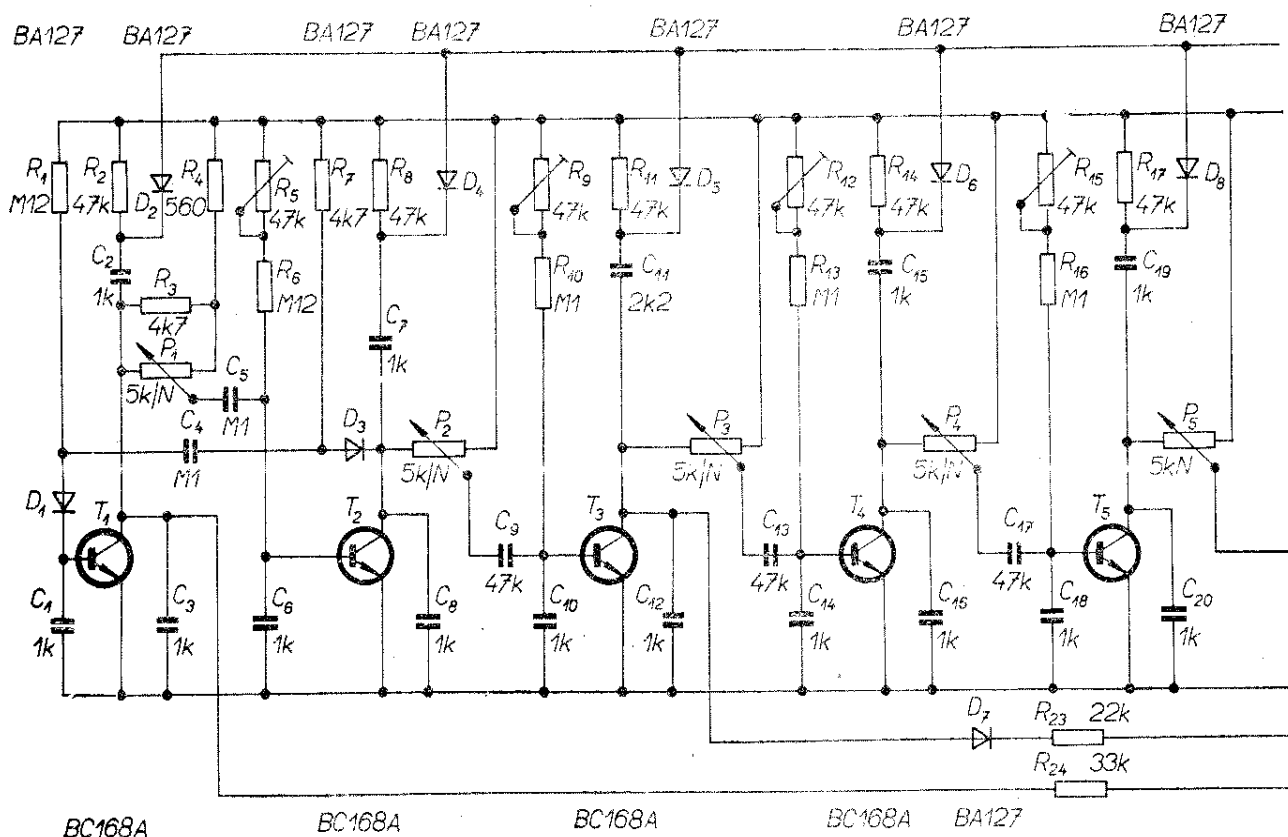
Servosystémy jsou stabilní a vyvíjejí značný tah. Použitý detektor šířky impulsu pracuje s velkou rozlišovací schopností a bezporuchově. Pohonným motorem je osvědčený motor Mitsumi, který má pětidílný rotor i stator a je zcela uzavřen. Převody jsou značně předimenzovány a mají velmi malou vůli (mrtvý chod). Jsou zhotoveny z odolné plastické hmoty a dovolují značné přetížení. Na přestavných táhlech servomotorů jsou robustní čepy pro připojení ovládacích táhel.

Servo pracuje na principu porovnávání pulsů – poměr je regulován drátovým potenciometrem. Váha serva je značná – 80 g; také rozměry  $78 \times 43 \times 25$  mm

nejsou právě malé. Přesto je možné serva doporučit, neboť jsou velmi robustní a vzhledem k jejich plochému tvaru je jich možno namontovat více vedle sebe.

### Napájení

V napájecím zdroji jsou čtyři články DEAC 500 DKZ. Články jsou uzavřeny v prostoru z plastické hmoty. Touto baterií je napájen přijímač a všechny připojené servosystémy. Při provozním napětí 4,8 V váží celý zdroj pouze 16 g (včetně spínače). Spotřeba přijímače je velmi malá. Jedno nabití akumulátorů odpovídá třem až čtyřem hodinám provozu (doba provozu je ovšem závislá na tom, jak často pracují serva a kolik je jich najednou v činnosti). Přijímač odebírá proud asi 20 mA a každé servo má klidový proud 5 až 6 mA. Při činnosti odebírá příslušné servo podle velikosti výchylky proud průměrně 150 mA. Vezmou-li se v úvahu všechny tyto údaje, vyplývá z nich, že je možné létat s větroňem se dvěma servopohony 5 až 6 hodin – plně se využije kapacita akumulátorů, napájejících přijímač.



## Popis zapojení soupravy

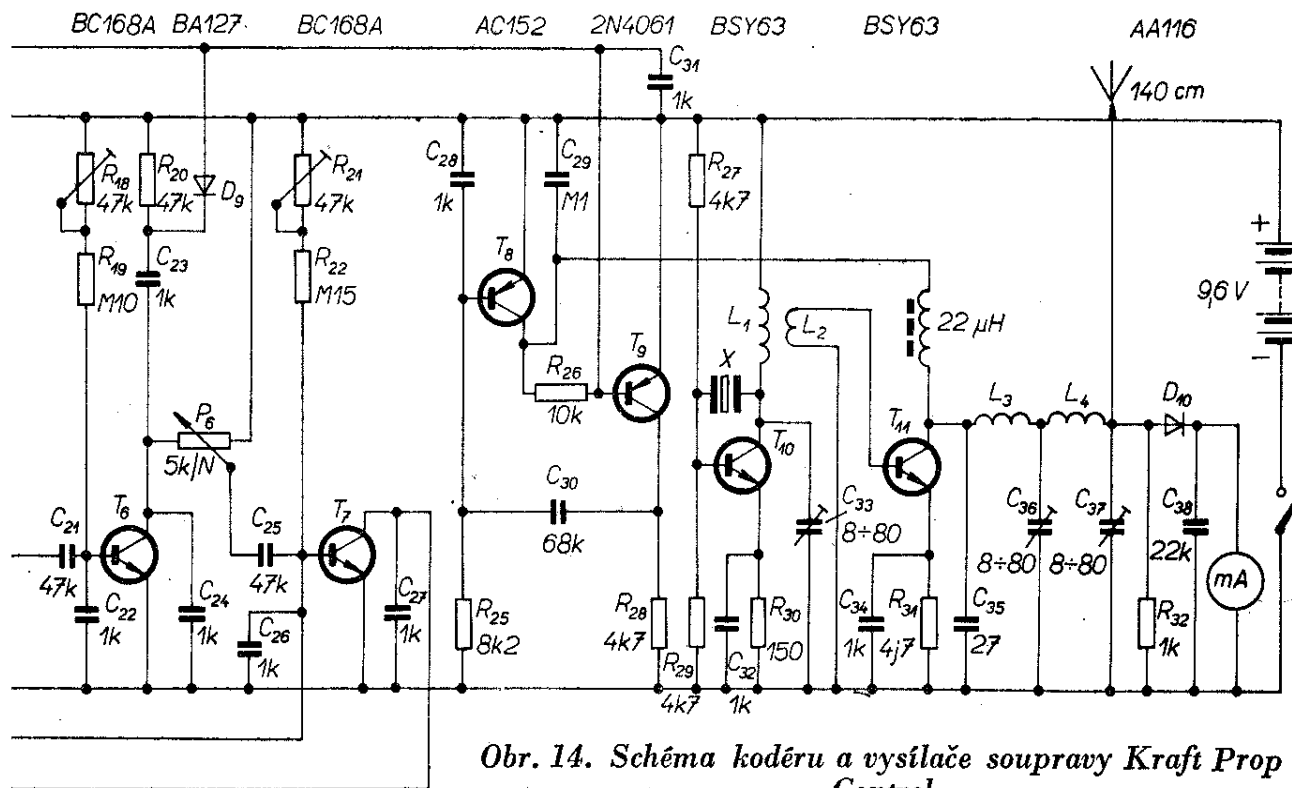
### Vysílač

Vf díl vysílače je dvoustupňový (obr. 14). Koncový stupeň je přímo vázán na oscilátor bez budicího stupně. Všechny cívky jsou samonosné. Oscilátor je řízen krystalem, který je připájen jako v přijímači. Cívka  $L_1$  tvoří s proměnným kondenzátorem  $C_{33}$  sériový rezonanční obvod – krystal pracující na harmonickém kmitočtu kmitá pak pouze na kmitočtu v pásmu 27 MHz. Koncový stupeň je indukčně vázán cívkou  $L_2$ . K dokonalé filtraci harmonických kmitočtů a k oddělení postranních pásem slouží výstupní obvod z dvojitého článku  $\Pi$ . Anténa je dlouhá asi 140 cm a je bez prodlužovací cívky. Detekční dioda je připojena přes vazební kondenzátor s malou kapacitou. Vyhlazené detekované napětí se přivádí na měřicí přístroj, takže je v každém okamžiku umožněna kontrola činnosti vysílače.

Koncový stupeň je napájen přes tlumivku a spínací tranzistor  $T_8$ . Ten je v počátečním stavu zcela otevřen, pro-

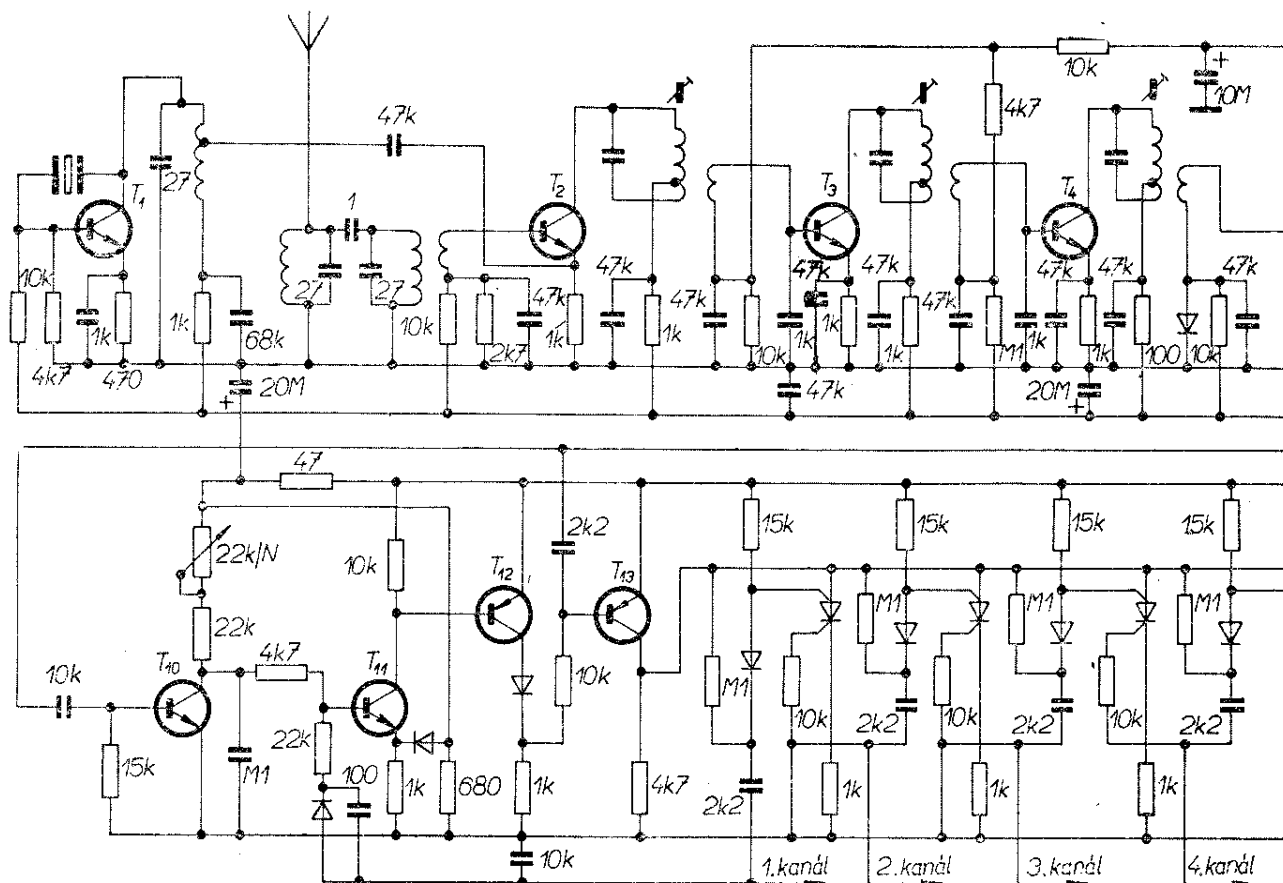
tože jeho báze dostává záporné předpětí (úbytek napětí na odporu 8,2 k $\Omega$ ). Nosný kmitočet je tedy vysílán stále. Báze  $T_9$  je přes odpor 10 k $\Omega$  připojena na kolektor  $T_8$  a má kladné předpětí –  $T_9$  nevede. Kolektor  $T_9$  a báze  $T_8$  jsou spolu spojeny kondenzátorem. Kondenzátorem procházejí modulační pulsy na bázi  $T_8$  a uzavírají jej na přesně stanovenou dobu. Tím se přeruší obvod napájecího napětí pro koncový stupeň a vzniká ve vysílání nosné vlny mezera po dobu modulačního impulsu – vysílač je modulován pulsně amplitudovou modulací.

Tranzistor  $T_1$  a  $T_2$  je osazen multivibrátor, který generuje obdélníkové kmity.  $P_1$  mění kmitočet a šířku impulsu pro první povel. Multivibrátor pracuje asymetricky (doba otevření tranzistorů  $T_1$  a  $T_2$  je rozdílná). Činnost tohoto základního multivibrátoru je ovlivňována tranzistorem  $T_7$ . Multivibrátor kmitá pouze tehdy, je-li  $T_7$  uzavřen. Tranzistor  $T_7$  je však normálně otevřen a může být krátce uzavřen jen impulsem z tranzistoru  $T_8$ . Multivibrátor bude tedy v činnosti pouze při změně stavu  $T_7$ . Pulsy z kolektorů  $T_1$  a  $T_2$  se rozlišují článkem RC a přivádějí



Obr. 14. Schéma kodéru a vysílače soupravy Kraft Prop Control

(anténa má být od obvodu měřidla oddělena kondenzátorem asi 4,7 pF)



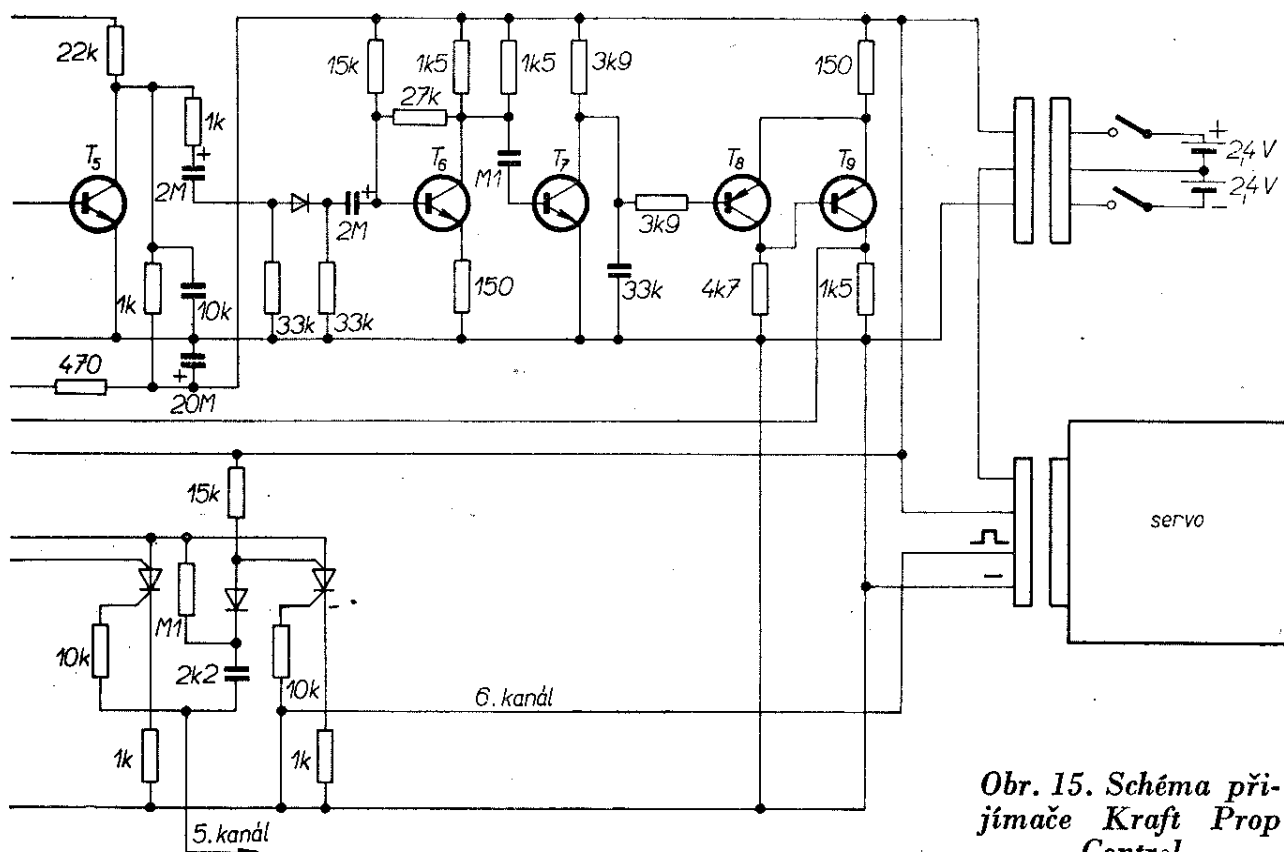
přes diody jako řídicí pulsy. Budicí pulsy se odebírají z běžců potenciometrů v kolektorech jednotlivých stupňů. Polohou běžce tohoto potenciometru (oba potenciometry jsou řízeny ovládači) je tedy možné regulovat dobu, po níž následuje další impuls. Časová diference mezi náběhem a doběhem impulsu je informací pro odpovídající řídicí kanál. Vysílač se synchronizuje s přijímačem v přestávce, která následuje po skupině šesti pulsů a která je přibližně tak dlouhá jako doba, kterou potřebují pro přenos dva kanály.

### Přijímač

Přijímač je konvenční konstrukce. Vstupní obvod je přizpůsoben použité anténě a má indukční vazbu se směřovačem. Oscilátor je oddělen od směřovače a je s ním vázán kapacitně. V mezifrekvenčním zesilovači jsou běžné mf transformátory. První a druhý stupeň mf zesilovače je řízen AVC. Vř signál je detekován diodou a tranzistorem, z něhož se též odebírá řídicí napětí pro AVC.

Pulsy jsou zesíleny ve spínacím obvodu s tranzistorem  $T_8$  a  $T_9$ . Spínací obvod slouží i jako tvarovač. V části přijímače, v níž se zpracovávají pulsy, pracují jako synchronizátor tranzistorem  $T_{10}$  až  $T_{13}$ . Tranzistorem jsou zapojeny jako detektor šířky impulsu. Při mezeře je  $T_{10}$  uzavřen a  $T_{11}$  otevřen. Na jeho kolektoru je záporné napětí, proto vede tranzistor  $T_{12}$ . Tranzistor  $T_{13}$  je uzavřen, neboť má na bázi kladné napětí. Přes  $T_{13}$  přichází kladné napětí pro celý „počítací“ ( $T_{14}$  až  $T_{18}$ ), který je konstruován z nových prvků, splňujících spínací funkce (nejsou větší než běžné tranzistory). Tyto prvky mají vždy dva stabilní spínací stavy. Pokud trvá synchronizační mezera mezi pulsy, je  $T_{13}$  uzavřen a počítací je v pohotovosti ve výchozím stavu. První impuls z přijímače sepne přes kondenzátor 10 000 pF detektor šířky impulsu a každý další impuls sepne počítadlo o jeden krok dále. Při tom se mění napětí na výstupech počítací. Klidové napětí odpovídající časové diferenci mezi náběhem dvou sousedních pulsů je na příslušném výstupu a používá se k řízení zesilovače v servech.



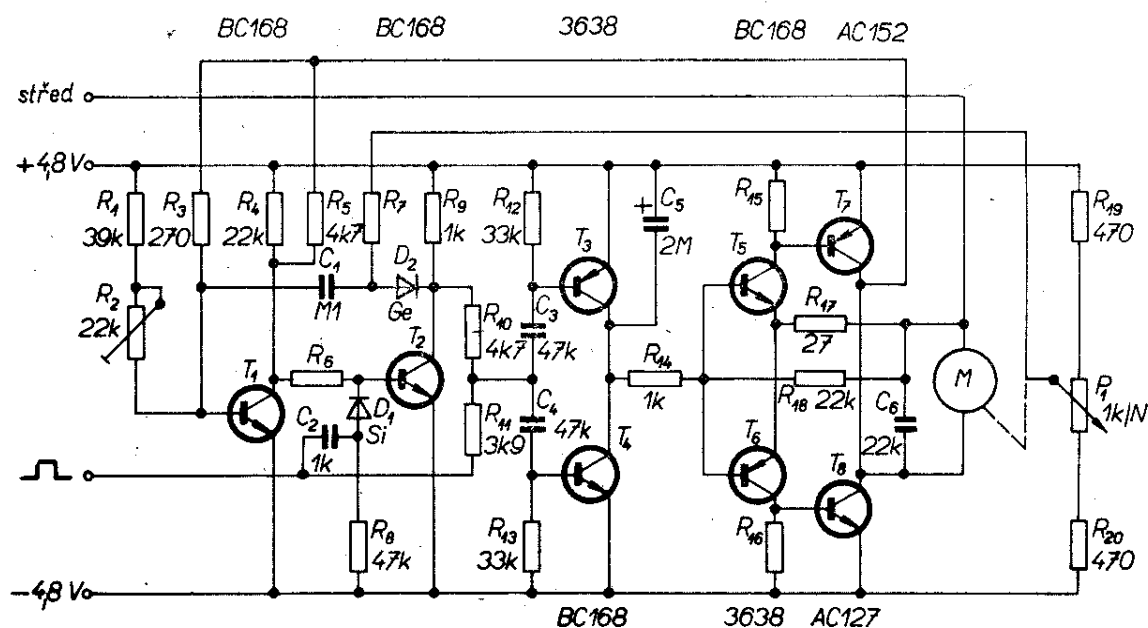


Obr. 15. Schéma přijímače Kraft Prop Control

### Digitální servozesilovač

Servozesilovač pracuje s porovnávacím pulsem. Klidový proud je bez řídicího signálu velmi malý (asi 5 až 6 mA). Řídicí pulsy z přijímače (dekodéru)

vedou v činnost monostabilní multivibrátor v servozesilovači a ten se vzhledem ke svému nestabilnímu stavu překlápí. Jak dlouho zůstane v překlápeném stavu, záleží na poloze běžce na regulačním potenciometru. Impuls na výstupu



Obr. 16. Schéma servozesilovače

monostabilního multivibrátoru se porovná ve srovnávacím stupni s řídicím impulsem z přijímače. Jsou-li oba pulsy stejně dlouhé, nevznikne rozdílové napětí (pulsy mají opačnou polaritu) a tím nedostane motor serva žádný řídicí povel – nastavení serva odpovídá přesně nastavení ovládače na vysílači. Je-li výstupní impuls delší, vznikne rozdílové napětí a motor serva se dá do pohybu a přestavuje současně regulační potenciometr. Tím se mění i doba překlopení monostabilního multivibrátoru. Servo je v pohybu tak dlouho, až se opět vyrovná délka obou pulsů. Je-li výstupní impuls kratší, otáčí se motor serva opačným směrem a opět tak dlouho, až se přestavením regulačního potenciometru délka pulsů vyrovná. Vlastní servozesilovač je velice jednoduchý a je osazen pouze křemíkovými tranzistory. Všechny tři stupně jsou galvanicky vázány – je to tedy pouze proudový zesilovač. Jeho funkce je zřejmá bez popisu.

## Konstrukce

### Přijímač soupravy dálkového ovládání

Pásmo přidělených kmitočtů pro dálkové ovládání, občanská pojítka a jiné přístroje je široké 324 kHz. Pro zařízení, která mají na přijímací straně superreakční přijímač, je však šířka pásma nedostatečná. Šířka pásma superreakčního přijímače je asi 0,5 MHz – je tedy zřejmé, že i při jediném provozovateli může dojít k uzavření spojovací cesty cizím signálem. Po obou stranách „modelářského“ kmitočtového pásma se prosazují často dost silné (řádu kW) vysílače, jimž jsou tyto kmitočty přiděleny. I při ideálně nastaveném superreakčním přijímači (na střed přiděleného pásma) může tak dojít k zahlcení superreakčního přijímače signálem cizího silného vysílače. Tím je zamezen příjem signálů od vlastního vysílače a spojení je přerušeno. Doposud jsme uvažovali ideální podmínky, takže naladění přijímače se během doby nezměnilo. Vezmeme-li však v úvahu např. vliv teploty, pak se zcela určitě naladění

superreakčního přijímače změní a možnost cizího zásahu do spojení se zvětší. A to jsme uvažovali pouze jednoho provozovatele. Jak však víme, „tlačeničky“ i v tomto pásmu roste tak prudce, až to není účastníkům milé. Nemilým důsledkem tohoto stavu by bylo i to, že i soutěže dálkového řízení modelů letadel a lodí, řízené současným stylem a používající současnou techniku by ztratily charakter nedělní soutěže. Při velkém počtu účastníků by bylo třeba vzít si na jejich absolvování dovolenou. Prozatím se to u nás řeší tak, že létá-li jeden soutěžící, druhí se opalují. Všechny tyto nepříjemnosti by se zmenšily na přijatelnou míru použitím soupravy, která má na přijímací straně superhet. Bylo by třeba, aby orgány, do jejichž pravomoci tato problematika patří, rozdělily používané kmitočtové pásmo na jednotlivé spojovací kanály (jako je tomu již v mnoha zemích). Pak se nebudou při dobré konstrukci soupravy účastníci pracující na jednotlivých spojovacích kanálech vzájemně rušit. Zatím však u nás pásmo na jednotlivé spojovací kanály rozděleno není – i tak však bude vybavení souprav superhetem podstatným pokrokem (omezí se na přijatelnou míru vliv cizího rušení).

### Přijímač RC-P1; 27,12 MHz

#### Údaje přijímače

*Kmitočet:* 27,12 MHz.

*Hmota:* 70 g.

*Rozměry:* 70 × 48 × 19 mm.

*Anténa:* asi 1 m.

*Citlivost:* 1,5  $\mu$ V pro výstupní napětí 300 mV/1 k $\Omega$ .

*Šířka pásma mezifrekvenčního zesilovače:*

9 kHz pro pokles 6 dB,

7 kHz pro pokles 3 dB.

*Mezifrekvenční kmitočet:* 460 kHz.

*Kmitočet oscilátoru:* 27,58 MHz.

*Stabilita oscilátoru:* 5 · 10<sup>-5</sup> v rozmezí pracovních teplot.

*Napájecí napětí:* 6 V (max. 7,5 V).

*Spotřeba:* 13 mA.

*Rozmezí pracovních teplot:* -10 °C až +55 °C.

Osazení přijímače:  $T_1$  až  $T_5$  – OC170,  
 $T_5$  a  $T_6$  – OC71,  
 $D_1$  – GA203,  
 $ZD$  – 1NZ70 (KZ721).

### Popis přijímače

Přijímač je standardní superheterodyn s jedním směřováním. V zapojení se používají výhradně germaniové vf i nf tranzistory běžně dostupné na našem trhu. Přijímač je konstruován pro použití v pásmu 27 MHz. Je určen především pro ty amatéry, kteří nemají možnost získat u nás dosud drahé křemíkové tranzistory. I když se v zapojení používají germaniové tranzistory, jsou parametry přijímače v určených pracovních teplotách vyhovující. Přijímač je konstruován technikou plošných spojů. Krystal v oscilátoru je vyměnitelný, takže máme možnost rychlého přechodu na jiný kanál. Jako držák krystalu se používá pětikolíková objímka tranzistoru (např. pro OC170). Krystal je v subminiaturním držáku HC-25/U (výrobek n. p. Tesla). Cívky pro vf obvody předzesilovače, oscilátoru a směšovače jsou navinuty na válcových kostřičkách.

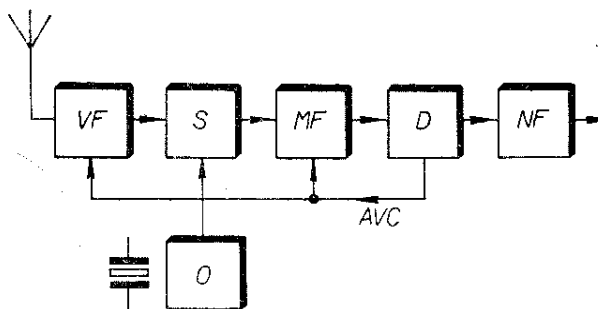
V mezifrekvenčním zesilovači jsou mf transformátory z přijímače IRIS (1 ks – 21 Kčs). Tyto mf transformátory mají velmi malé rozměry ( $8 \times 8 \times 12$  mm) a jsou dostupné např. v prodejně Radioamatér Praha 1, Žitná 7, kde byly zakoupeny též všechny ostatní součástky, použité při stavbě přijímače.

### Popis funkce

Přijímač má šest základních funkčních celků (obr. 17):

- VF – vysokofrekvenční předzesilovač,
- S – směšovač,
- O – krystalový oscilátor,
- MF – mezifrekvenční zesilovač (dvoustupňový),
- D – detektor + obvody AVC a
- NF – nízkofrekvenční zesilovač.

Na vstupu přijímače je jednoduchý laděný obvod ( $L_1$ ), naladěný na přijímaný kmitočet. Tranzistor  $T_1$  (OC170) pracuje jako vf předzesilovač v zapojení se společným emitorem. Jeho zesílení je řízeno napětím AVC. V kolektoru  $T_1$  je



Obr. 17. Blokové schéma superheterodynu

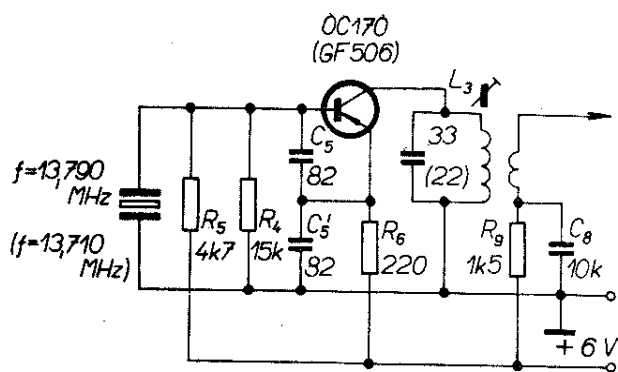
laděný obvod ( $L_2$ ), indukčně vázaný se směšovačem ( $T_2$ , OC170). Používá se multiplikativní směšování. Signál pracovního kmitočtu je přiveden na bázi a signál oscilátoru na emitor  $T_2$ . V kolektorovém obvodu  $T_2$  je zapojen mezifrekvenční transformátor, naladěný na mezifrekvenční kmitočet 460 kHz. Zesílení směšovacího stupně je asi 18 dB.

Mezifrekvenční zesilovač je dvoustupňový ( $T_4$ ,  $T_5$ ). Aby nebylo nutné stupně mf zesilovače neutralizovat, jsou osazeny vf tranzistory OC170. Zesílení prvního mf zesilovače je řízeno napětím AVC. Celkové zesílení mf zesilovače je asi 52 dB.

V detektoru se používá germaniová dioda GA203. Aby se přijímač mohl používat v pulsním systému ovládání, je v obvodu detektoru zvolena velmi malá časová konstanta členu RC.

Oscilátor přijímače ( $T_3$ ) je řízen krystalem. Oscilátor je zapojen tak, že krystal pracuje se sériovou rezonancí. Jeho stabilita je dostatečná pro rozmezí pracovních teplot. Při použití krystalu, jehož pracovní kmitočet není v pásmu 27 MHz, tzn. u něhož se využívá harmonických složek jeho pracovního kmitočtu, by bylo nutné jeho zapojení změnit. K získání výstupního napětí s velkým obsahem harmonických kmitočtů je výhodné zapojení oscilátoru podle Clappa a jeho mírné přebuzení. Oscilačním obvodem se vybere žádaný harmonický kmitočet v pásmu 27 MHz (obr. 18).

Nízkofrekvenční signál se zesiluje v nf zesilovači s tranzistorem OC71 ( $T_6$ ), pracujícím v zapojení se společným emitorem. Zesílený nf signál se přivádí kapacitní vazbou na emitorový sledovač ( $T_7$ ). Zařazením emitorového sledovače se zamezilo



Obr. 18. Clappův oscilátor pro 27,580 MHz (41,130 MHz)

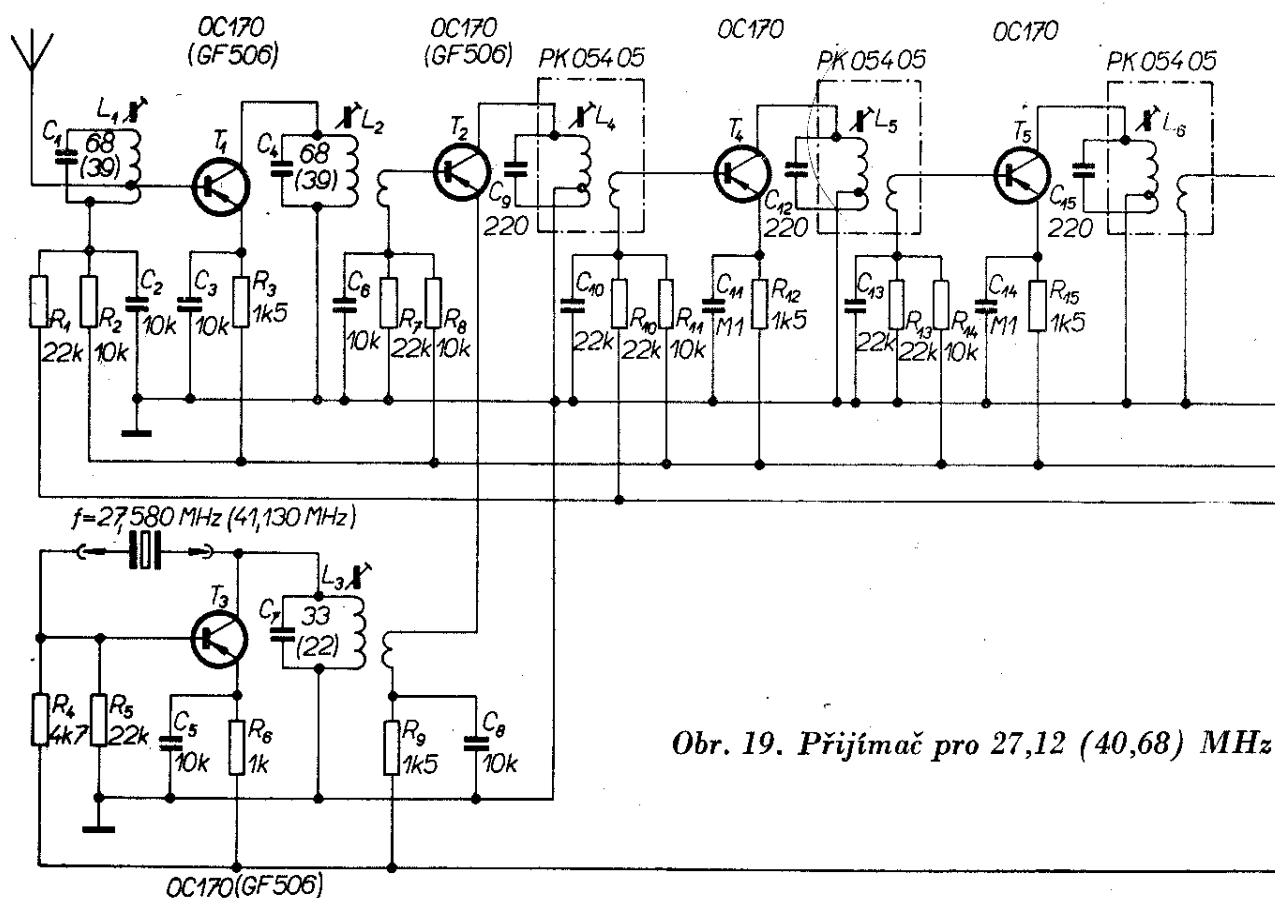
vlivu zátěže na nf zesilovač a současně se odebrá nf signál z výstupu s malou impedancí. Chceme-li získat nf signál s větší amplitudou, je možné zapojit tento stupeň jako zesilovač (obr. 19a). Konstrukce destičky s plošnými spoji tuto možnost dovoluje (obr. 20a).

K omezení kolísání napájecího napětí (při spínání velké zátěže) je napájecí napětí stabilizováno Zenerovou diodou 1N70 (KZ721). K zamezení vzniku zpětné vazby přes zdroj (při značně vy-

bitých bateriích) je napájecí napětí blokováno kondenzátorem  $C_{23}$ , 50  $\mu$ F. Stabilizace napájecího napětí pro přijímač Zenerovou diodou není příliš nutná při použití systému dálkového ovládání, u něhož jsou jednotlivé kanály řízeny kmitočtem modulačního signálu. Při konstrukci desky s plošnými spoji se však výhledově počítalo s možností použití stabilizace napájecího napětí. V systému, kde je použit časový multiplex, je stabilizace napájecího napětí nutná.

### Mechanické provedení přijímače

Při stavbě přijímače se bral zřetel na možnost víceúčelového použití – přijímač lze použít pro dvou až osmikanálový přenos. Základní varianta umožňuje použít dvě dvojice ovládacích prvků (čtyři kanály). Při postupné stavbě je možné zapojit pouze dva povelky a na plošném spoji ponechat ostatní díly volné. K doplnění základní varianty je možné připojit ještě jednu destičku osazenou opět dvěma dvojicemi ovládacích povelů. Základní vari-



Obr. 19. Přijímač pro 27,12 (40,68) MHz

anta tedy sestává ze dvou destiček s plošnými spoji – jedna destička je vlastní přijímač a druhá jsou obvody pro výběr ovládacích povelů. Obě destičky je možné spojit rozpěrkami a umístit do jednoho pouzdra (nebo může mít každá destička samostatné pouzdro). Rozměry byly voleny s ohledem na snadnou montáž v trupu modelu letadla nebo lodi. Použitá destička s plošnými spoji má tloušťku 1,2 mm, takže odolá i značnému mechanickému namáhání. Tloušťka cuprexitové destičky by se zdála na první pohled snad až příliš velká, ze zkušenosti je však známo, že dynamická síla při nárazu (havárie modelu letadla) je značná. Bude-li destička s plošnými spoji méně pevná, dojde k její destrukci a tím ke zničení celého přijímače. Ještě jeden důvod mluví pro volbu tohoto materiálu: některé součástky připevněné na destičce mají dosti velkou hmotu (relé) a při nárazu může dojít k prohnutí destičky a tím k přetržení plošného spoje. Toto přetržení často není pouhým okem vůbec viditelné – závada se však projevuje zcela náhodným vysa-

zováním přijímače. Oprava závady není náročná (stačí poškozené místo spojit drátem), hledání vláskové trhliny trvá však někdy i hodiny. Obě destičky (popř. i třetí) jsou spojeny šňůrou, spletenou z tenkých kablíků. Konektory lze zhotovit dvojím způsobem. Do pouzdra přijímače zalepíme objímku od miniaturní elektronky. Protějšek vyrobíme tak, že na kolíky zastrčené do děr (s roztečí kolíků miniaturní elektronky) vyvrtaných do dna formy připájíme propojovací kabel. Zapojené kolíky zalijeme ve formě dentakrylem nebo Epoxy 1200. Takto vyrobený konektor slouží zcela spolehlivě. Druhý způsob je pro ty náročnější – konektor je sice několikrát menší, zhotovení je však pracnější. Do pouzdra přijímače se zalepí lepidlem Epoxy 1200 objímka pro tranzistor (OC170). Jako protějšek (zástrčku) použijeme pro „poslední službu“ zničený tranzistor OC170. Válcové pouzdro tranzistoru odřízneme lupenkovou pilkou ve vzdálenosti asi 1 až 2 mm od patky tranzistoru. Odstraníme zbytky systému tranzistoru a na vývody v průchodce připájíme propojovací kabel. Dno odříznutého válcového pouzdra provrtáme vrtákem, provlékneme kabel a obě části tranzistoru spojíme pájením. Mezerami mezi vodiči propojovacího kablíku nalijeme do pouzdra lepidlo Epoxy 1200 – zhotovili jsme úhledný a malý konektor.

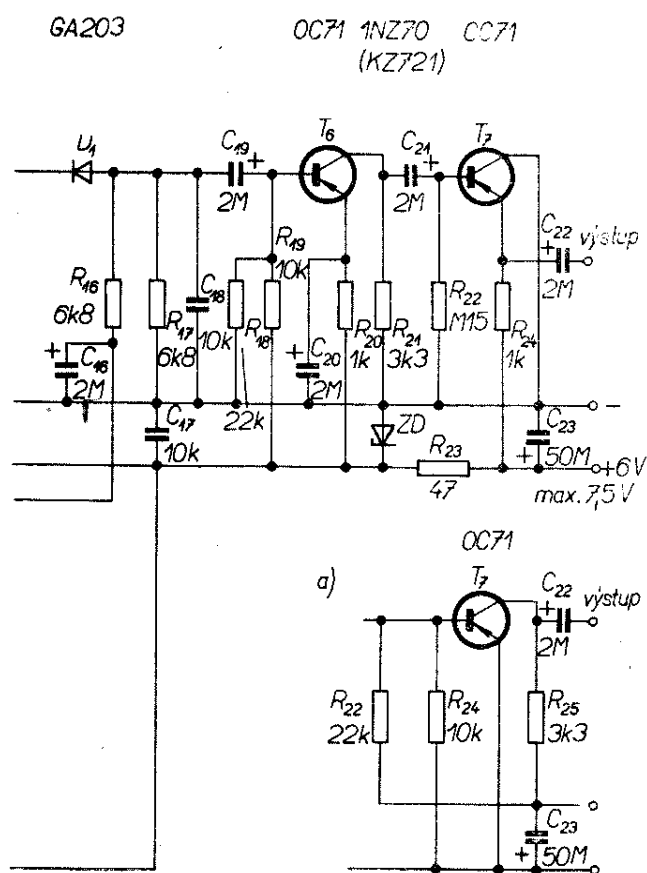
V pouzdru přijímače je jednak díra opatřená pryžovou průchodkou (pro anténu přijímače) a jednak další tři díry pro dolaďování mf obvodů a oscilátoru. Díry pro dolaďování jsou nutné pouze v tom případě, vyrobíme-li pouzdro pro přijímač z vodivého materiálu.

**Za předpokladu, že se rozhodnete přede-  
lávat destičku s plošnými spoji doporu-  
čujeme:**

1. Kryty mf obvodů je třeba zemnit, protože se může objevit nestabilita vlivem velkého zesílení mezifrekvenčních zesilovačů.

**2. Nezapojujte celý přijímač najednou.** Postupujte po částech, počínaje níž stupněm, neboť jinak se obtížně hledají případné závady. Zapojte a zkoušejte přijímač podle popisu nastavení.

3. Po navinutí vf cívek kontrolujte jejich indukčnosti. Po zapojení vf cívek



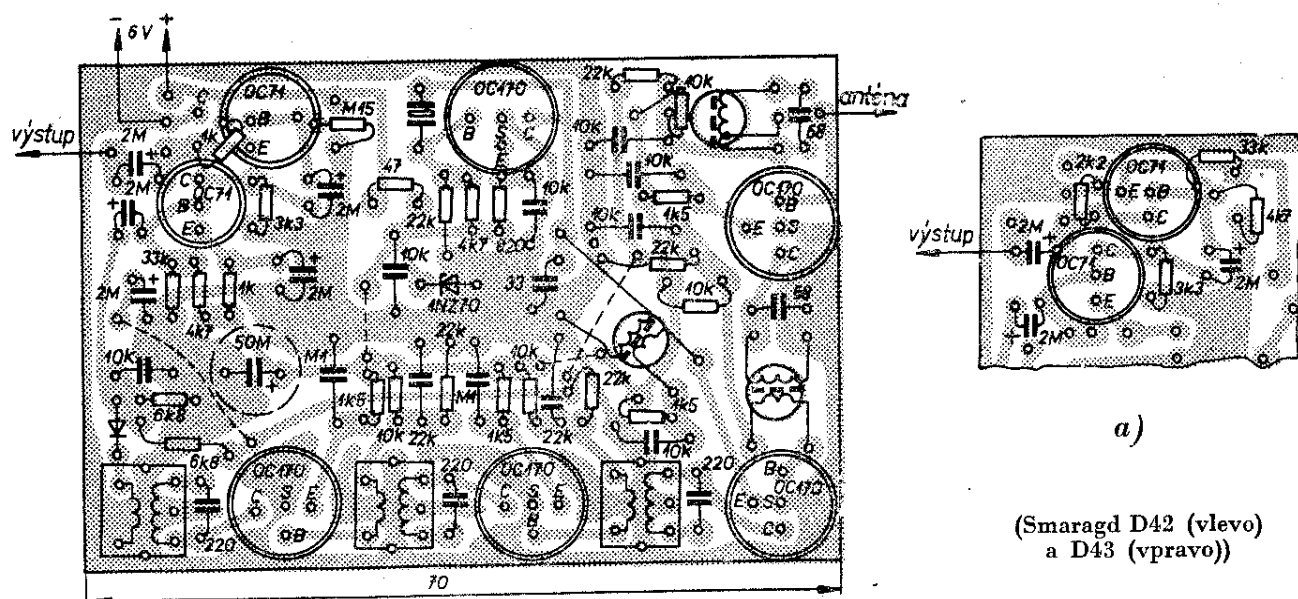
na destičku kontrolujte rezonanční kmitočet obvodů (např. sacím měřičem).

## Uvádění do chodu

Na základní desku s plošnými spoji (obr. 20) zapojíme oba stupně nf zesilovače. K uvedení do chodu budeme potřebovat nf generátor a Avomet II. Na výstup přijímače připojíme sluchátka. K napájení použijeme jakýkoli zdroj o napětí 6 V. Do série zapojíme Avomet II jako miliampérmetr. Na bázi  $T_6$  (OC71) přivedeme přes oddělovací kondenzátor 10  $\mu$ F signál 1 000 Hz/10 mV. Zesílený signál musí být zřetelně slyšet ve sluchátkách. Není-li slyšet, překontrolujeme odběr proudu tranzistorů  $T_6$  a  $T_7$  (asi 4 mA). Je-li nf zesilovač v pořádku, můžeme zapojit jeden stupeň mezifrekvenčního zesilovače a detektor. Kontrolujeme kolektorový proud tranzistoru  $T_5$  (asi 4,6 mA); není-li proud správný, kontrolujeme stejnosměrná napětí na elektrodách tranzistoru.

Mezifrekvenční zesilovač sladujeme takto: přes kondenzátor asi 10 000 pF přivedeme modulovaný signál o kmitočtu 460 kHz na bázi tranzistoru  $T_5$  a doladíme mezifrekvenční obvod  $L_6$  na maximum. Vstupní signál 5 mV stačí pro dobrou slyšitelnost na výstupu přijímače. Stejně postupujeme po zapojení dalšího mezifrekvenčního stupně.

Po doladění mezifrekvenčního obvodu  $L_5$  na maximum postačí pro stejný výkon na výstupu přijímače vstupní signál asi  $10 \mu\text{V}$ . Po sladění tohoto stupně zapojíme směšovač. Odpor a kondenzátor v emitoru zapojíme přes vazební vinutí cívky  $L_3$ . Nejprve zkontrolujeme proud tranzistorů (asi  $5,8 \text{ mA}$ ) a popř. i stejnosměrná napětí na elektrodách tranzistoru  $T_2$  (OC170). Je-li v pořádku, přivedeme modulovaný signál z generátoru o kmitočtu  $460 \text{ kHz}$  na bázi tranzistoru přes kondenzátor asi  $10\,000 \text{ pF}$  a doladíme  $L_4$  na maximální  $\text{nf}$  napětí. Vstupní signál na bázi by měl být asi  $3 \mu\text{V}$ . Souhlasí-li uvedené údaje se skutečností, kontrolujeme šířku pásma  $\text{mf}$  zesilovače. Není-li po ruce  $\text{nf}$  nebo  $\text{vf}$  voltmetr, postupujeme při kontrole tak, že rozladujeme  $\text{vf}$  generátor o  $\pm 4 \text{ kHz}$  a ve sluchátkách nesmíme sluchem poznat zmenšení hlasitosti modulovaného signálu. Dále zapojíme oscilátor a ověříme jeho činnost. Kontrolujeme odběr proudu celého přijímače, který se zvětší při zapojení oscilátoru asi na  $7,2 \text{ mA}$ . Obvod  $L_3$  je předladěn na kmitočet kolem  $27,5 \text{ MHz}$ . Na emitor směšovače připojíme  $\text{vf}$  voltmetr a kontrolujeme napětí signálu oscilátoru. (Napětí oscilátoru musí být minimálně  $80 \text{ mV}$ ). Ve většině případů však není  $\text{vf}$  voltmetr k dispozici. Při doladování můžeme však postupovat i tak, že na bázi směšovače připojíme  $\text{vf}$  generátor přes kondenzátor  $6\,800 \text{ pF}$ . Úroveň vý-



Obr. 20. Rozmístění součástek a plošné spoje superhetu pro  $f = 27,120 \text{ MHz}$  ( $40,68 \text{ MHz}$ )

stupního signálu z generátoru nastavíme asi na 10  $\mu\text{V}$  a generátor přeladujeme v pásmu 27 MHz, až zaslechneme modulovaný signál ve sluchátkách. Potom doladíme obvod  $L_3$  na maximální nízkofrekvenční napětí.

Máme-li jistotu, že obvody oscilátoru rezonují na správném kmitočtu, zjistíme citlivost přijímače, měla by být asi 7  $\mu\text{V}$ . Nakonec zapojíme vf zesilovač. Zkontrolujeme odběr celého přijímače (zvětší se asi na 8 mA). Na vstup přijímače připojíme vf generátor a na kmitočtu 27,12 MHz doladíme obvody  $L_1$  a  $L_2$  na maximální hlasitost ve sluchátkách. S tranzistorem OC170 je citlivost přijímače s vf zesilovačem 1,5  $\mu\text{V}$  pro nf signál na výstupu 300 mV. Po zapojení Zenerovy diody se zvětší spotřeba proudu asi na 13 mA.

Ke kontrole činnosti jednotlivých stupňů přijímače poslouží tabulka napětí na elektrodách tranzistorů.

Napětí na tranzistorech přijímače a proud ze zdroje

Tranzistory	$U_E$ [V]	$U_B$ [V]	$U_C$ [V]	$I$ [mA] celk.
$T_7$ (OC71)	7,5	7,3	3,6	3
$T_6$ (OC71)	6,6	6,5	1,4	4
$T_5$ (OC170)	5,1	5	0	4,6
$T_4$ (OC170)	5,1	4,9	0	5,1
$T_3$ (OC170)	5,1	4,9	0	5,8
$T_2$ (OC170)	4,3	4,1	0	7,2
$T_1$ (OC170)	5,2	4,9	0	8

#### Seznam součástek

##### Tranzistory

$T_1$  až  $T_5$  OC170 (5x)  
 $T_6$  a  $T_7$  OC71 (2x)

##### Diody

$D_1$  GA203  
 ZD 1NZ70 (KZ721)

##### Odpory

$R_1, R_5, R_7, R_{10}, R_{13}, R_{18}$  22 k $\Omega$   
 $R_2, R_8, R_{11}, R_{14}, R_{19}$  10 k $\Omega$   
 $R_3, R_9, R_{12}, R_{15}$  1,5 k $\Omega$   
 $R_4$  4,7 k $\Omega$   
 $R_6, R_{20}$  1 k $\Omega$   
 $R_{16}, R_{17}$  6,8 k $\Omega$   
 $R_{21}$  3,3 k $\Omega$   
 $R_{22}$  0,15 M $\Omega$  (22 k $\Omega$ )

Data cívek přijímače

Označení	Počet závitů	Vazba	Způsob vinutí	Indukčnost [ $\mu\text{H}$ ]	Drát CuL $\varnothing$ [mm]	Poznámka
$L_1$	7 z, odb. na 1. z	—	válcově	min. 0,3 max. 0,6	0,5	dolaďovací jádro WA43658
$L_2$	7 z	indukční, 1 z těsně na $L_2$	těsně	min. 0,3 max. 0,65		vinuto na kostřičku 2PA26071
$L_3$	12 z	indukční, 1 z těsně na $L_3$		min. 0,45 max. 0,9		
$L_4$	PK05404			min. 400		Transformátory vyrábí Tesla, jsou použity v přijímači Iris
$L_5$				max. 700		
$L_6$						
	PK05405					

$R_{23}$  47  $\Omega$   
 $R_{24}$  1 k $\Omega$  (10 k $\Omega$ )  
 $R_{25}$  — (3,3 k $\Omega$ )  
 Odporů jsou miniaturní, typ TR112a.

#### Kondenzátory

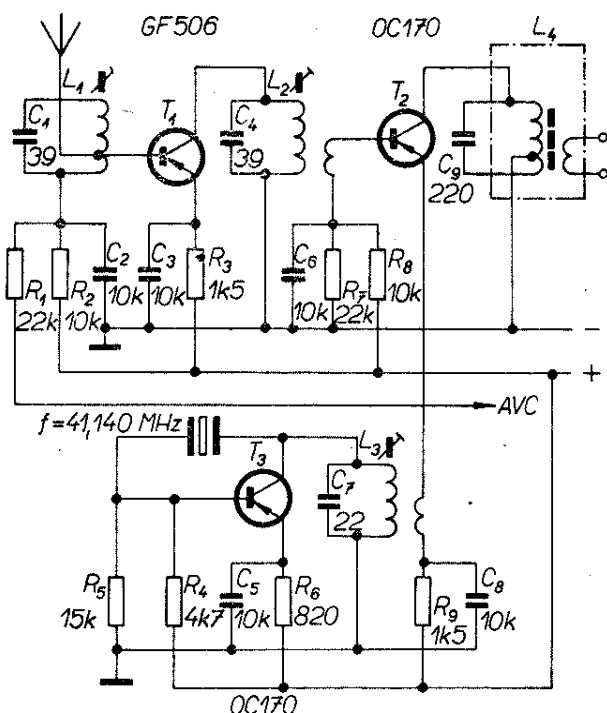
$C_1, C_4$  TC281 (SK79001), 68 pF  
 $C_2, C_3, C_5, C_6, C_8, C_{17}, C_{18}$  TK751, 10 nF  
 $C_7$  TC281 (SK79000), 33 pF  
 $C_9, C_{12}, C_{15}$  TC281 (SK790002), 220 pF  
 $C_{10}, C_{13}$  TK751, 22 nF  
 $C_{11}, C_{14}$  TK751, 0,1  $\mu$ F  
 $C_{16}, C_{19}, C_{20}, C_{21}$  TC942, 2  $\mu$ F  
 $C_{22}$  TC943, 2  $\mu$ F  
 $C_{23}$  TC941, 50  $\mu$ F

#### Další součástky

krystal 27,58 MHz, 1 ks  
 objímky (pro tranzistory OC170), 2 ks  
 mezifrekvenční transformátor Iris, PK05104, 2 ks  
 mezifrekvenční transformátor Iris, PK05105 (detektor), 1 ks  
 kostičky pro vf cívky, 2PA26071, 3 ks  
 dolaďovací jádra WA43658, 3 ks

### Superhet pro pásmo 40,68 MHz (RC-P2)

Pro ty zájemce, kteří chtějí pracovat se soupravou dálkového ovládání v druhém kmitočtovém pásmu (40,68 MHz), předkládáme upravený přijímač z obr. 19. Upravený přijímač (obr. 21) je konstruován opět technikou plošných spojů a má



Obr. 21. Přijímač pro  $f = 40,68$  MHz s germaniovými tranzistory

stejně rozměry a rozložení součástek jako přijímač pro pásmo 27,12 MHz. Zapojení obou přijímačů se liší pouze hodnotami některých součástek. funkčně je stejné. Návrh úpravy předpokládá, že na místě tranzistoru  $T_1$  se použije typ GF506; toto řešení jsme volili z finančních důvodů. Lepších výsledků by se dosáhlo, byly-li by  $T_1, T_2$  i  $T_3$  tranzistory GF506; avšak i s jedním tranzistorem GF506 ( $T_1$ ) jsou výsledky uspokojivé.

#### Údaje přijímače 40,68 MHz

**Kmitočet:** 40,68 MHz.  
**Hmot:** 70 g.  
**Rozměry:** 70 × 47 × 19 mm.  
**Anténa:** asi 1 m.  
**Čitlivost:** 1,5  $\mu$ V pro výstupní napětí 300 mV/1 k $\Omega$ .

**Šířka pásma mezifrekvenčního zesilovače:** 9 kHz pro pokles 6 dB, 7 kHz pro pokles 3 dB.

**Mezifrekvenční kmitočet:** 460 kHz.

**Kmitočet oscilátoru:** 41,140 MHz.

**Stabilita oscilátoru:**  $5 \cdot 10^{-5}$  v rozmezí pracovních teplot.

**Napájecí napětí:** 6 V (max. 7,5 V).

**Spotřeba:** 8 mA, popř. 13 mA (se Zenerovou diodou).

**Pracovní teplota:** -10 až +55 °C.

**Tranzistory:**  $T_1$  GF506,  $T_2, T_3$  OC170 výběr,  $T_4, T_5$  OC170,  $T_6, T_7$  OC71.

**Diody:**  $D_1$  GA203, ZD 1N70 (KZ721).

Cívky rezonančních obvodů  $L_1$  i  $L_2$  jsou předladěny pro pásmo 40,68 MHz. Přijímač uvádíme do chodu stejným způsobem jako přijímač pro pásmo 27,12 MHz.

#### Změna kapacity kondenzátorů

$C_1, C_4$  TC281 (SK79001), 39 pF  
 $C_7$  TC381 (SK79001), 22 pF

#### Další součástky

krystal 41,14 MHz, 1 ks  
 válcové kostičky 2PA26071, 3 ks  
 vf feritové jádro M4 × 0,5 × 12, 3 ks

Data cívek jsou stejná jako u přijímače 27,12 MHz. Pouze cívky  $L_1, L_2$  a  $L_3$  jsou laděny feritovými jádry.



## Superhet pro pásmo 27 MHz

Pro ty amatéry, kteří se neradi otrocky řídí návody, ale rádi do své práce přidávají něco svého, předkládáme návrh přijímače s kmitajícím směšovačem (obr. 22). Tento přijímač byl rovněž ověřen a pracuje spolehlivě. Jeho nastavení (především směšovače) je ovšem náročnější. Dosažené výsledky jsou srovnatelné s výsledky přijímače s odděleným oscilátorem. Nejlepším řešením pro tento druh přijímače je použít krystal, přímo broušený na požadovaný kmitočet (27,58 MHz). Potom lze laděný obvod oscilátoru vypustit a nahradit jej pouze vf tlumivkou. Tato tlumivka má mít s parazitními kapacitami nevýraznou (plochou) rezonanci na kmitočtu krystalu.

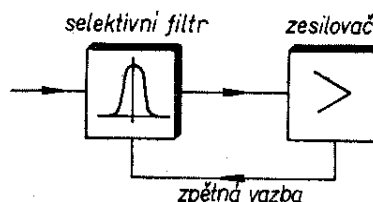
Konstrukce vf a mf zesilovačů je stejná jako u předchozích typů přijímačů.

### Obvody pro třídění (selekcí) povelů

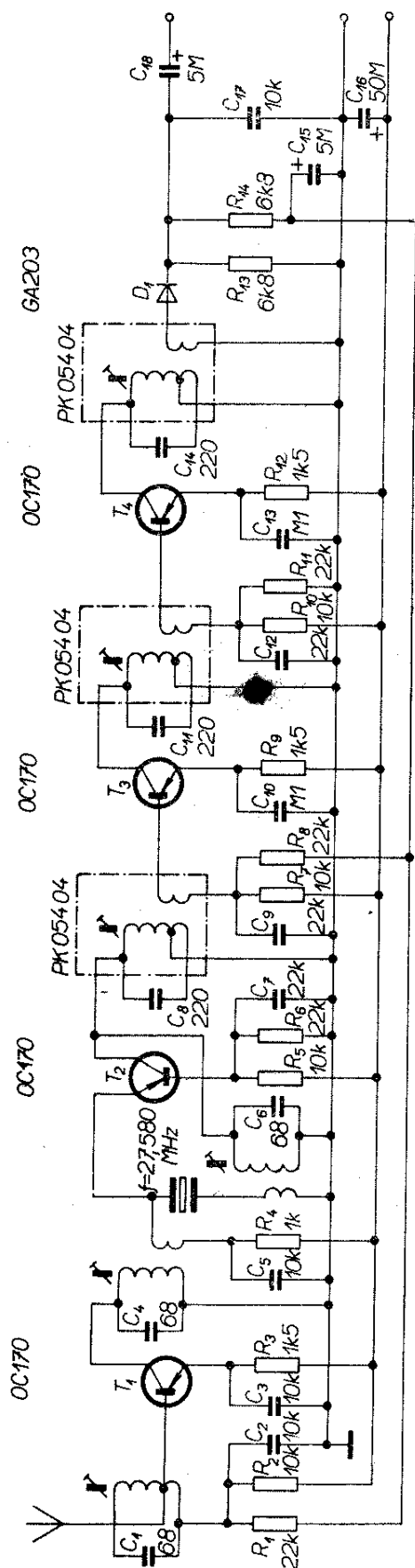
Tyto obvody slouží k oddělení jednotlivých povelových signálů (informací) v dekódovací části přijímače. Pro jednoduchý systém dálkového ovládání (tj. pro použití k rozlišení jednotlivých povelů různého kmitočtu modulačního signálu) se používají v dekóderu většinou selektivní zesilovače.

Selektivní zesilovač má dvě části (obr. 23). První část je pasivní (nezesiluje), obvykle se konstruuje jako člen LC, někdy i RC (jednoduchý nebo dvojitý článek T).

Druhá část je aktivní – je to tranzistorový zesilovač. Způsob zapojení i volba typu aktivní části selektivního zesilovače je různá podle požadavků kladených na tento zesilovač. Ke zlepšení činnosti



Obr. 23. Blokové schéma selektivního zesilovače



Obr. 22. Superheterodyn pro pásmo 27 MHz s kmitajícím směšovačem

selektivního zesilovače je zavedena z druhé části do první kladná zpětná vazba, která způsobuje skokový charakter změny výstupního napětí (slouží k vyhodnocení skokem).

### Pasivní část

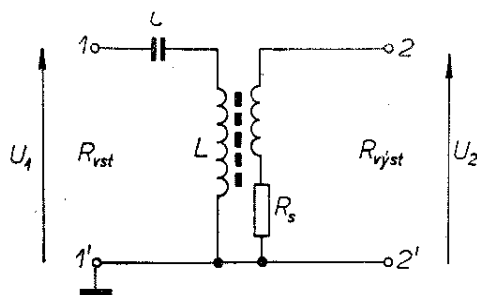
Používá-li se jako pasivní část článek  $LC$ , realizuje se většinou jako jednoduchý paralelní nebo sériový laděný obvod. Při použití laděných obvodů musíme zvážit důvody konstrukční, funkční i hospodářské. Konstrukční důvody jsou omezující z hlediska váhy a prostoru. Co do funkce lze nedostatky jednoduchého laděného obvodu (větší šířka pásma, malá strmost boků propustné křivky) částečně kompenzovat vhodnou volbou zapojení (zapojení s kladnou zpětnou vazbou, velmi volnou vazbou se zesilovačem, s velkým zesílením zesilovače atp.). Ani finanční stránka není zanedbatelná, cena za navinutí cívky i cena vlastního polotovaru (feritové hrníčky) je značná a soupravy s velkým počtem indukčností jsou tedy výrobně drahé.

Rozhodneme-li se však, že použijeme v selektivním filtru článek  $LC$ , je možná ještě volba druhu a zapojení rezonančního obvodu. Paralelní a sériový laděný obvod mají své výhody i nevýhody – ty je nutno zvážit před rozhodnutím, jaké zapojení zvolíme. Bylo by sice možné analyzovat podrobně oba druhy obvodů a na základě matematických výsledků stanovit vhodnost použití. Domníváme se však, že by to přesahovalo rámec této publikace a omezíme se proto na popis vlastností obou druhů obvodů.

### Sériový rezonanční obvod

Sériový rezonanční obvod (obr. 24) je teoreticky zkratem pro signál rezonančního kmitočtu. Při napájení z napětového zdroje signálu ( $R_i \rightarrow 0$ ) protéká jím při rezonančním kmitočtu zkratový proud, omezený pouze činným odporem cívky a přepočítaným odporem zátěže. Při tomto kmitočtu se indukuje do vazebního vinutí maximální napětí.

Z tohoto zjednodušeného výčtu vlastností vyplývají podmínky použití sériového rezonančního obvodu:



Obr. 24. Sériový rezonanční obvod

1. Pro jeho napájení použít zdroj s velmi malým vnitřním odporem ( $R_i$  blízký 0).

2. Volit vhodný poměr  $L/C$ .

3. Indukčnost realizovat s pokud možno nejmenším činným odporem.

4. Volit velmi volnou vazbu se zátěží. Toto jsou nejzákladnější požadavky pro použití sériového rezonančního obvodu. Myslíme že neuškodí, osvětlíme-li si je poněkud blíže.

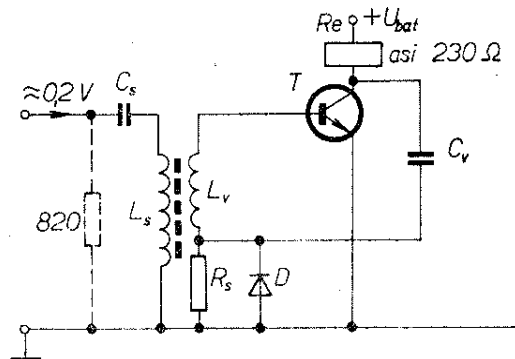
Použití zdroje signálu s malým vnitřním odporem pro napájení sériového rezonančního obvodu vede jednoznačně k použití emitorového sledovače. Ovšem konstrukce emitorového sledovače s velmi malým vnitřním odporem ( $R_i \rightarrow 0$ ) je i při použití tranzistorů dosti nesnadná. Nutně musíme přistoupit na kompromis – jednak vzhledem ke složitosti konstrukce a jednak vzhledem ke spotřebě proudu (emitorové sledovače pracují s většími proudy). Kompromisním řešením je tedy jednostupňový emitorový sledovač; pak je vnitřní odpor řádu stovek ohmů. Z původního požadavku ( $R_i \rightarrow 0$ ) jsme značně slevili. Získat vhodný poměr  $L/C$  není též jednoduché. Spojením druhého a třetího požadavku se opět dostáváme do kritické situace. Potřebovali bychom cívku s velkou indukčností a s minimálním činným odporem – požadavku by vyhověla cívka s malým počtem závitů tlustého drátu. Z toho vyplývá nutnost používat pro magnetický obvod feritový materiál s velmi velkou  $\mu_p$  (počáteční permeabilitou) – a opět budeme nuceni volit kompromis. Feritový materiál s velmi velkou  $\mu_p$  je teplotně velmi nestabilní ( $\mu_p$  se velmi mění se změnou teploty) a je velmi náchylný k přesycení (přesycením se zmenšuje indukčnost). Protože zařízení

bude pracovat ve stanoveném rozsahu teplot a není možné používat stabilizátor budicího nf napětí a protože (v neposlední řadě) nemáme kvalitnější feritový materiál, musíme opět z každého požadavku slevit. Volíme proto indukčnost cívky tak velkou, aby cívka měla ještě únosný činný odpor a aby se zhoršení parametrů feritového materiálu příliš neprojevovalo (střední velikost  $\mu_p$  + vzduchová mezera).

Čtvrtý požadavek lze v rozumné míře splnit. Vyžaduje to čas – musíme nastavit každý filtr individuálně. Při splnění přesně stanovených požadavků by měl selektivní filtr extrémně úzké pásmo. Volíme-li šířku propustného pásma filtru asi 650 až 800 Hz, je možné splnit požadavky na realizaci sériového rezonančního obvodu celkem s úspěchem.

Ještě je nutné poukázat na jednu závadu v používaných zapojeních selektivního zesilovače se sériovým rezonančním obvodem. Tato závada zhoršuje vlastnosti sériového obvodu dosažené s velkým úsilím; ovšem na druhé straně velmi jednoduše umožňuje srovnání citlivosti jednotlivých selektivních zesilovačů (při vícekanálovém přenosu). Obvyklé zapojení selektivního zesilovače se sériovým rezonančním obvodem je na obr. 25.

Závada v zapojení selektivního zesilovače se sériovým rezonančním obvodem spočívá v používání odporů  $R_s$ . Odpor  $R_s$  se připočítává k odporu zátěže. Jeho zařazením se zvětšuje přepočítaný odpor zátěže a tím se zmenšuje velikost střídavého proudu, tekoucího obvodem při rezonanci. Důsledkem je i menší indukované napětí



Obr. 25. Selekktivní zesilovač se sériovým rezonančním obvodem

do zátěže (do báze tranzistoru) a tím zmenšení citlivosti selektivního zesilovače. Důsledkem je i zhoršení vlastností sériového rezonančního obvodu, zvětšení šířky pásma i zmenšení strmosti boků rezonanční křivky.

Odpor  $R_s$  používají výrobci souprav dálkového ovládání zřejmě z ekonomických důvodů. Stejného výsledku (vyrovnání citlivosti) lze dosáhnout i jinými způsoby. Tyto způsoby jsou ovšem vzhledem k ceně odporu značně náročnější jak finančně tak i časově (zdlouhavé nastavování obvodu). Při amatérské výrobě vícekanálové soupravy dálkového ovládání se však vyplatí jiné způsoby vyrovnání citlivosti. Nejen že nezhoršují vlastnosti použitého sériového rezonančního obvodu, ale současně umožní optimální splnění čtvrtého požadavku. Stejnou základní citlivost jednotlivých selektivních zesilovačů lze nastavit:

1. Volbou jakosti diody. Výběrem diody s velmi malým odporem v propustném směru (např. OA5). Dosažený výsledek není však příliš uspokojivý.

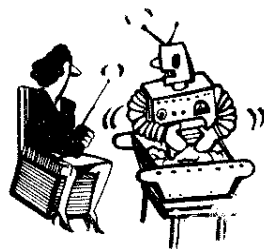
2. Volbou velikosti proudového zesilovacího činitele  $h_{21E}$  použitého tranzistoru. Dosažený výsledek je dost výrazný.

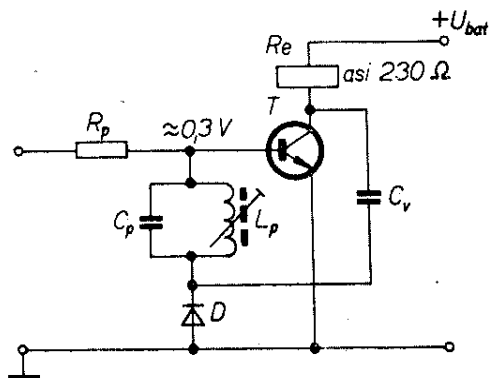
3. Vhodnou volbou převodu vazebního vinutí. Doporučuje se vazbu pouze zmenšovat. Dosažený výsledek je výrazný. I když je tento úkon nejpracnější, je nejvhodnější.

4. Kombinací druhého a třetího způsobu.

#### Paralelní rezonanční obvod

Obvyklé zapojení selektivního zesilovače s paralelním rezonančním obvodem je na obr. 26. Na obr. 27 je paralelní rezonanční obvod, jímž přenášíme elektrickou energii ze zdroje proudu s vnitřní vodivostí  $G_1$  do zatěžovací vodivosti  $G_2$ . Přitom se část energie spotřebuje ve vodivosti  $G_0$ , která představuje ztráty v laděném obvodu. Předpokládáme čini-





Obr. 26. Schéma selektivního zesilovače s paralelním rezonančním obvodem

tele vazby  $K = 1$  (nepřesnost nezkreslí podstatně naše úvahy). Po přepočítání je laděný obvod zatlučen celkovou vodivostí  $G$  (obr. 27b):

$$G = p_1^2 G_1 + G_0 + p_2^2 G_2,$$

kde  $p_1$  je činitel transformace ze strany generátoru a

$p_2$  činitel transformace ze strany zátěže.

Vlastnosti vazebního obvodu se dají zjistit ze dvou odlišných hledisek. Při prvním hledisku se zjišťuje velikost činitelů transformace pro maximální účinnost přenosu. V našem případě nás tato otázka nezajímá. V druhém případě se zjišťuje velikost činitelů transformace podle požadavku na přenášenou šířku pásma. Pro šířku pásma  $B$  obvodu zatíženého celkovou vodivostí  $G$  platí

$$B = \frac{f_0}{Q} = \frac{G_1}{2\pi C},$$

kde  $B$  je šířka pásma a

$Q$  provozní činitel jakosti.

Šířka pásma  $B_0$  nezatíženého obvodu ( $G_1 = 0$ ;  $G_2 = 0$ ).

$$B_0 = \frac{f_0}{Q_0} = \frac{G_0}{2\pi C}$$

kde  $Q_0$  je činitel jakosti naprázdno.

Pro teoretickou úvahu lze tedy konstatovat, že minimální šířka pásma bude při vodivosti  $G_0$  ( $G_1$ ) blízké nule; tzn., bude-li paralelní rezonanční obvod napá-

jen z proudového zdroje, bude-li mít extrémně velkou jakost  $Q_1$  a nebude-li zatížen.

Na základě těchto úvah můžeme stanovit podmínky použití paralelního rezonančního obvodu:

1. Pro jeho napájení musíme používat zdroj proudu s velmi velkým vnitřním odporem ( $R_i \rightarrow \infty$ ).

2. Volíme vhodný poměr  $L/C$ .

3. Indukčnost článku  $LC$  musí mít co nejmenší ztrátovou vodivost (velký činitel jakosti naprázdno).

Tyto základní požadavky si opět blíže osvětlíme. Zdroj signálu pro paralelní rezonanční obvod by měl mít velmi velký vnitřní odpor. Tento požadavek je opět realizovatelný jen s kompromisem. Spokojíme-li se s tím, že zdroj signálu bude mít výstupní impedanci řádu kiloohmů, potom je úloha značně jednodušší než v případě konstrukce zdroje napětí (emitorový sledovač). Běžný tranzistorový napěťový zesilovací stupeň má požadovanou výstupní impedanci. Do série se zdrojem nf kmitočtu (kolektor tranzistoru posledního zesilovacího stupně) se dává odpor, který slouží nejen k nastavení optimální velikosti přiváděného nf napětí, ale i „zvětšuje“ výstupní impedanci zdroje. Tímto odporem se nastavuje nejen citlivost jednotlivých selektivních zesilovačů, ale (do jisté míry) zlepšují se i vlastnosti paralelního rezonančního obvodu. Poměr  $L/C$  je v případě paralelního rezonančního obvodu mnohem příznivější pro konstrukci než u obvodu sériového. Zvětšující se obvodovou kapacitou se přenášená šířka pásma zmenšuje až do určité míry (viz předchozí vzorce). To nám umožňuje volit menší indukčnosti. Je tedy možné použít cívky s menším počtem závitů a drát s větším průměrem a volit feritový materiál s menší počáteční permeabilitou  $\mu_p$  (a s větší vzduchovou mezerou) a tím i se stabilnějšími parametry. Činitel jakosti naprázdno je tedy v tomto případě větší než u cívek pro sériové rezonanční obvody.

Dosáhneme-li lepších vlastností paralelního rezonančního obvodu, bude i naskmitané rezonanční napětí větší.

Rezonanční obvod	paralelní	sériový
Možnost optimální realizace zdroje signálu obvodu	snazší	dost obtížná
Volba vhodného poměru $L/C$ , realizace cívky vhodné indukčnosti s dobrými parametry	dosahuje se větší $Q_0$ , stálější parametry obvodu s teplotou	konstrukce je velmi obtížná, vyžadovala by speciální materiály
Nastavování parametrů jednotlivých obvodů při použití vícekanálového přenosu	velmi výhodné a jednoduché	složité a pracné

Použitelnost paralelního a sériového obvodu pro pasivní část selektivního zesilovače je srovnána v tabulce.

Podle tohoto porovnání je vidět, že paralelní rezonanční obvod je výhodnější než sériový. Z tohoto důvodu jsme v následující konstrukci selektivního zesilovače použili paralelní obvod. Tato konstrukce není nová. Takto zapojené selektivní zesilovače používá mnoho výrobců souprav dálkového ovládání.

Považujeme za nutné zabývat se též otázkou teplotní stability parametrů rezonančních obvodů. Velmi mnoho amatérských konstruktérů souprav dálkového ovládání tuto otázku velmi podceňuje a ve svých návrzích ji vůbec nerespektují. Přitom je stejně důležitá jako pečlivé nastavení přijímače v celém rozsahu teplot. Není vůbec nic platné, bude-li přijímač pracovat v celém rozsahu pracovních teplot, posune-li se však rezonanční kmitočet filtrů s teplotou tak, že přijatý signál nf kmitočtu bude mimo jeho křivku propustnosti nebo bude dokonce ovládat druhý kanál.

Pro dobré pochopení problematiky bude potřebné uvést několik vzorců. Teplotní součinitel rezonančního obvodu udává, jak se změní rezonanční kmitočet při změně teploty o  $1^\circ\text{C}$ . Tento souči-

nitel je vázán s teplotním součinitelem indukčnosti  $\alpha_L$  a kapacity  $\alpha_C$  vztahem

$$\alpha_0 \approx -\frac{1}{2}(\alpha_C + \alpha_L).$$

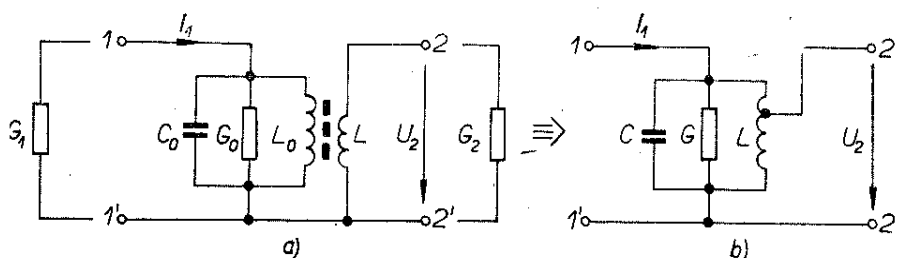
Tento vztah říká, že teplotní součinitel rezonančního obvodu bude nulový (ideální stav), bude-li mít teplotní součinitel indukčnosti a kapacity stejnou absolutní hodnotu, ale opačné znaménko. Potom

$$\alpha_0 \approx -\frac{1}{2}(\alpha_C + \alpha_L) \text{ při } |-\alpha_C| = |\alpha_L|$$

$$\alpha_0 \approx -\frac{1}{2}(0) \approx 0.$$

Abychom vyrovnali teplotní součinitel cívky, zvolíme kondenzátor, jehož teplotní součinitel kompenzuje teplotní součinitel cívky. Nepodaří se asi, aby byl teplotní součinitel rezonančního obvodu vždy nulový, snažíme se však, aby byl co nejmenší.

Cívky pro rezonanční obvody selektivních zesilovačů mají většinou velkou indukčnost. Proto se používají pro magnetický obvod feritové materiály. Jsou v provedení plášťovém nebo jádrovém. Na našem trhu jsou v současné době jádra E s různými rozměry středního



Obr. 27. Paralelní rezonanční obvod

sloupku (a s různou velikostí  $A_L$ ) nebo feritové hrníčky.

Každá cívka (i vzduchová) má kladný teplotní součinitel. Protože se v našem případě používá pro magnetický obvod feritový materiál s velkou  $\mu_p$ , je určujícím činitelem teplotního součinitele cívky teplotní součinitel magnetického materiálu. Teplotní součinitel feritového materiálu je téměř vždy kladný. V zahraničí se vyrábějí i feritové materiály s nulovým nebo slabě záporným teplotním součinitelem, nesou obchodní název Sirufer.

Naše feritové materiály mají obchodní označení FONOX. Vyrábějí je závody práškové metalurgie Šumperk. Katalog jejich výrobního programu obsahuje dost velký sortiment výrobků – škoda jen, že pouze na papíře. Na trhu (myšleno prodejny), kde amatér může kupovat, je jen velmi málo jejich výrobků.

Pro konstrukci byly v praxi použity feritové hrníčky o  $\varnothing 18 \times 11$  mm z hmoty H12 a jádra E 12  $10 \times 3 \times 3$  mm z hmoty H10. Oba tyto materiály mají kladný teplotní součinitel a to materiál H10 větší než H12. Pro teplotní kompenzaci bude tedy nutné použít kondenzátory se záporným teplotním součinitelem, např. polystyrénové kondenzátory.

### Nejpoužívanější typy kondenzátorů

#### Kondenzátory MP, zastříknuté, válcové

Označení TC180, provozní napětí 100 V. Kapacity kondenzátorů jsou podle řady E6.

Tolerance:

od 100 pF do 10 nF  $-20\%$   $+50\%$ ,  
od 12 nF do 0,1  $\mu$ F  $-20\%$   $+30\%$ ,  
od 0,15 nF do 0,1  $\mu$ F  $-20\%$   $+30\%$ ,  
od 0,15  $\mu$ F do 2  $\mu$ F  $\pm 20\%$ .

Kondenzátory jsou vyrobeny z metalizovaného papíru, vyznačují se regenerační schopností (tj. při průrazu nedojde k trvalému zkratu a kondenzátor je po průrazu schopen dalšího provozu). Provozní napětí je třeba po překročení okolní teploty nad  $40^\circ\text{C}$  zmenšit. Ztrátový činitel  $\text{tg } \delta = 0,015$  při  $f = 800$  až  $1\,000$  Hz. Nejmenší provozní napětí je 100 mV. Podrobnější údaje obsahuje norma ČSN 35 8231.

#### Polystyrénové kondenzátory s většími kapacitami

Typové označení	Kapacita [pF]	Provozní napětí [V]	Ø [mm]	Délka <i>d</i> [mm]	Tolerance	
TC281	330	100	4	11	A (± 10 %) B (± 5 %)	
	470					
	560					
	680					
	820					
	1 000		4,5	16	A (± 10 %) B (± 5 %) C (± 2 %)	
	1 200					
	1 500					
	1 800					
	2 200					
	2 700					5,5
	3 300					
	3 900					6,5
	4 700					
	5 600					
	6 800					7
	8 200					7,5
	10 000					8

## Polystyrénové kondenzátory

Označení TC281, provozní napětí 100 V, tolerance  $\pm 10\%$ ,  $5\%$ ,  $2\%$ . Teplotní součinitel asi  $-150 \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ . Ztrátový činitel  $\text{tg } \delta = 10 \cdot 10^{-4}$  pro kondenzátory s kapacitou 47 pF až 560 pF při 1 MHz a  $\text{tg } \delta = 15 \cdot 10^{-4}$  pro kondenzátory s větší kapacitou (při 0,3 MHz).

Podrobné vlastnosti jsou uvedeny v technických podmínkách TPF 578-36-57. V tabulce je uveden typ, kapacita, rozměry a tolerance polystyrénových kondenzátorů.

*Keramické kondenzátory* ploché z hmoty Permittit 6 000 (červené polštářky) mají označení TK750, provozní napětí 40 V a vyrábějí se od 15 nF do 0,1  $\mu\text{F}$ . Při označení TK751 mají provozní napětí 250 V a vyrábějí se od 3 300 do 10 000 pF. Tolerance kapacit se neuvádí. Permittivita je 6 000 až 7 500. Teplotní součinitel kapacity  $\alpha_C$  je nelineární (nedoporučujeme do laděných obvodů). Ztrátový činitel  $\text{tg } \delta = 200$  při  $f = 1\,000$  Hz. Barva nátěrů je višňově červená.

## Zesilovací stupeň a obvod kladné zpětné vazby

Na obr. 26 je selektivní zesilovač, v němž je filtr se sériovým rezonančním obvodem a na obr. 27 selektivní zesilovač s filtrem s paralelním rezonančním obvodem. Jak je zřejmé z obrázků, je zesilovací stupeň u obou zapojení podobný.

### Popis činnosti

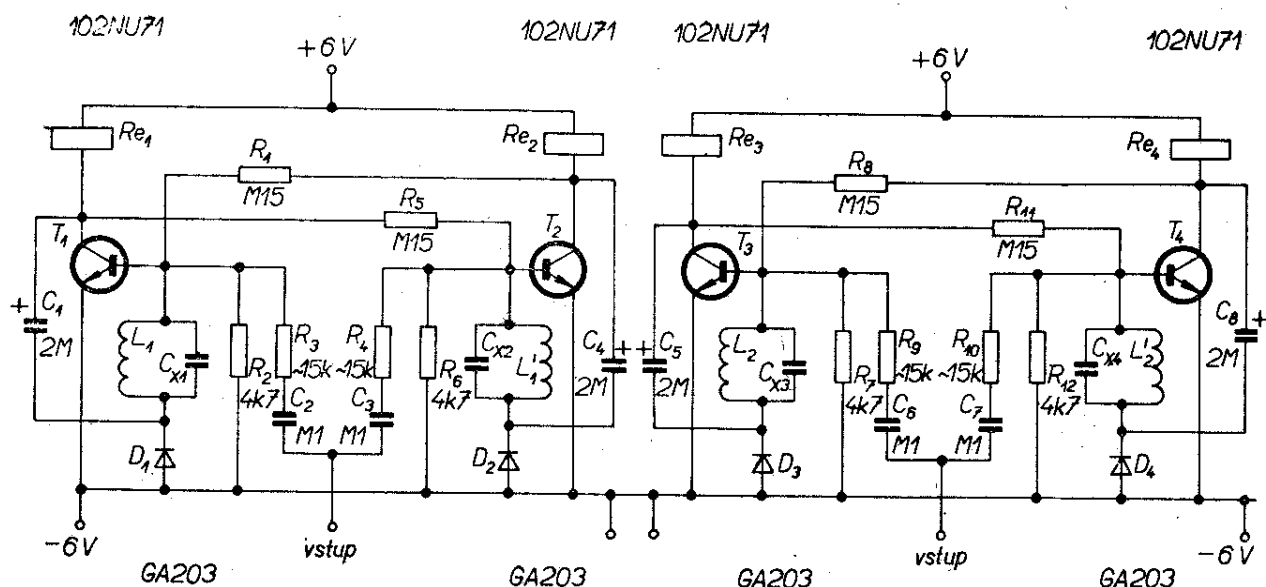
Přivedeme-li na vstup selektivního zesilovače střídavé napětí o kmitočtu, na nějž je naladěn selektivní filtr, dostane se nakmitané napětí na bázi tranzistoru buď přímo nebo indukční vazbou. Tranzistor, který v klidu nevede (kolektorem protéká pouze malý proud), začne zesilovat. V obvodu kolektoru je pracovním odporem vinutí relé. Zesílené střídavé napětí se přivádí obvodem kladné zpětné vazby ( $C_v$ ) zpět na bázi a současně se usměrňuje diodou  $D$ . Usměrněným napětím se tranzistor více otevírá (zvětšuje se proud kolektoru) a protože je i více buzen (vlivem zpětné vazby) má větší zesílení. Růst ko-

lektorového proudu je omezen činným odporem vinutí relé. Tento děj je z počátku (oblast malých proudů kolektoru) lineární. Zvětší-li se však napětí přiváděné na diodu tak, že bude stejné nebo větší než je napětí kolena charakteristiky diody (u germaniových diod asi 0,3 V), dojde k prudkému zvětšení kolektorového proudu tranzistoru. Výsledkem je, že spínací pochod má klopný charakter. Tranzistorový zesilovač na obr. 26 nemá vůbec stabilizován pracovní bod. To má za následek, že se uplatňuje vliv teploty okolí na činnost obvodu. Je-li na tomto stupni tranzistor s velkým klidovým proudem, může dojít i k samovolnému spínání relé. Představíme-li si, že teplota v trupu modelu dosahuje v létě až  $50^{\circ}\text{C}$ , uvědomíme si, že musíme před osazením zesilovače pečlivě vybírat tranzistor (aby měl co nejmenší  $I_{CB0}$ ). Při vícekanálovém přijímači je dobré, aby tranzistory jednotlivých stupňů měly stejný proud  $I_{CB0}$  a  $\beta$ .

Jako dioda je nejvhodnější dioda typu OA5; má velmi malý odpor v propustném směru. Cena těchto diod je ovšem značná. Vyhoví však i diody typu 1 až 7NN41 nebo GA201 až 205. Je třeba vybrat a použít pouze diody s nejmenším odporem v propustném směru; odpor by neměl být větší než  $100\ \Omega$ .

### Popis navržených selektivních zesilovačů

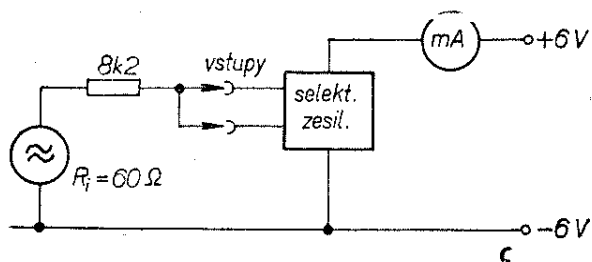
Čtveřice navržených selektivních zesilovačů (obr. 28) pracuje tak, že dva a dva selektivní zesilovače jsou spřaženy. Je to proto, že vždy jedna dvojice je určena pro ovládání jednoho servomechanismu. Aby nebylo možné (poruchou nebo jinak) současné sepnutí obou selektivních zesilovačů jedné dvojice, jeden selektivní zesilovač blokuje vždy párový selektivní zesilovač odpory  $R_1, R_5, R_8, R_{11}$ . Při sepnutí např. tranzistoru  $T_1$  je odpor  $R_1$  (napětí pro bázi  $T_2$ ) zkratován tranzistorem  $T_1$ , tím je dokonale zablokován  $T_2$ . Konstrukčně jsou selektivní zesilovače navrženy tak, že je možno používat jednotlivé dvojice samostatně (deska s plošnými spoji se přepůlí). Sestavením dvojice selektivních zesilovačů vznikne stavebnice o libovolném sudém počtu kanálů.



Obr. 28. Schéma zapojení čtyř selektivních zesilovačů

### Postup nastavení selektivních zesilovačů

Po mechanické a optické kontrole pájení a po odstranění případných zkratů apod. zapojíme destičku se selektivními zesilovači podle obr. 29. Na vstupy připojíme přes oddělovací odpor asi 8,2 kΩ tónový generátor (možno připojit vždy jednu dvojici po druhé). Není-li tónový generátor naladěn na některý z rezonančních kmitočtů, bude odběr proudu ze zdroje asi 1 mA. Tento proud je klidovým proudem čtyř selektivních zesilovačů. Tónový generátor pak nastavíme na rezonanční kmitočet jednoho selektivního obvodu (s tranzistorem např.  $T_1$ ). Regulátorem výstupního napětí generátoru nastavíme takové napětí, aby na vstupních svorkách selektivních zesilovačů bylo  $U_{vst} = 300$  mV (kontrolujeme elektronkovým milivoltmetrem). Nejlépe je ponechat na destičce plošných spojů díry pro odpory  $R_3, R_4, R_9, R_{10}$  volné a při sladování odporů



Obr. 29. Zapojení selektivních zesilovačů při nastavování

ry nahradit odporovými trimry (47 kΩ), které nastavíme na maximální odpor. Zmenšováním odporu  $R_1$  nastavíme proud kolektoru  $T_1$  na 5 mA. Pomocí  $C_{x1}$  nastavujeme obvod  $L_1, C_{x1}$  do rezonance (max. výchylka Avometu). Pracujeme při malých proudech kolektoru (zvětšíme odpor odporového trimru), neboť maximum proudu kolektoru  $T_1$  při rezonanci  $L_1, C_{x1}$  je pak nejvýraznější. Po nastavení rezonance  $L_1, C_{x1}$  zmenšíme odpor trimru tak, aby byl proud kolektoru  $T_1$  asi 18 mA. Tímto způsobem nastavíme rezonanci všech čtyř rezonančních obvodů. Při nastavování rezonance kontrolujeme úroveň nf napětí na vstupních svorkách. Jsou-li nastaveny rezonance všech čtyř obvodů, změříme odpor odporových trimrů a nahradíme je pevnými odpory s hodnotou nejbližší menší v řadě E12. Potom kontrolujeme šířku pásma jednotlivých obvodů. Kontroluje se velikost rozladění od rezonančního kmitočtu pro zmenšení proudu kolektoru asi na 4 mA. Šířka pásma nemá být větší než asi  $\pm 250$  Hz. Proladujeme tónovým generátorem příslušné kmitočtové pásmo a sledujeme, zda spíná vždy pouze jedno relé.

Tím je nastavení selektivních zesilovačů skončeno. Na závěr je snad možné připomenout, že ten, kdo nebude používat originální relé (myšleno nastavené výrobním podnikem), musí předem všechna



čtyři relé upravit tak, aby spínala a rozspínala při stejném proudu.

### Technické údaje selektivních zesilovačů

Proud při sepnutí jednoho selektivního zesilovače je asi 18 mA. Klidový proud je asi 0,3 mA (tranzistory s  $h_{21E} \approx 70$ ). Vstupní napětí pro spínání je  $U_{vst} = 300$  mV. Citlivost se nastavuje odpory  $R_3, R_4, R_9, R_{10}$ . Šířka pásma (pro zmenšení  $I_C$  na 4 mA) je  $\pm 250$  Hz.

### Seznam součástek

#### Tranzistory

102NU71 ( $h_{21E} = 70, I_{E0} = 5 \mu A$  max.), 4 ks

#### Diody

GA203, 4 ks

#### Odpory

$R_1, R_5, R_9, R_{11}$  0,15 M $\Omega$

$R_2, R_6, R_7, R_{12}$  4,7 k $\Omega$

$R_3, R_4, R_{10}$  15 až 33 k $\Omega$

Všechny odpory typu TR112a.

#### Relé

$Re_1, Re_2, Re_3, Re_4$  MVVS - AR2 230

#### Kondenzátory

$C_1, C_4, C_5, C_8$  TC243, 2  $\mu F$

$C_3, C_6, C_9, C_7$  TK751, 0,1  $\mu F$

$C_{x1}$  TC181, 15 nF (1. kanál)

$C_{x2}$  TC281, 3,3 nF + 8,2 nF (2. kanál)

$C_{x3}$  TC281, 6,8 nF + 2,2 nF (3. kanál)

$C_{x4}$  TC281, 6,8 nF + 330 pF (4. kanál)

Cívky jsou vinuty válcově,  $L_1$  má 1500 z drátem o  $\varnothing$  0,08 mm CuL, indukčnost je 310 mH. Cívka  $L_2$  má 1/300 z stejným drátem, indukčnost je 200 mH. Obě cívky jsou na feritovém jádru EE  $3 \times 3, 9 \times 12$  mm, půlky jádra nejsou párovány. Typové označení jádra 0930-14-H 10.

### Vysílače

V praktických návodech pro stavbu vysílače pro dálkové ovládání jsme se snažili co nejvíce vyhovět možnostem co nejširší skupiny zájemců. Vyzkoušeli jsme několik variant vysílačů. Všechny patří do skupiny vysílačů s větším výstupním výkonem. Minimální výstupní výkon je asi 300 mW. Proč jsme navrhli vysílače s větším výstupním výkonem? Důvodů je hned několik:

1. Při použitém způsobu modulace se při modulování zmenšuje vyzařovaný výstupní výkon.

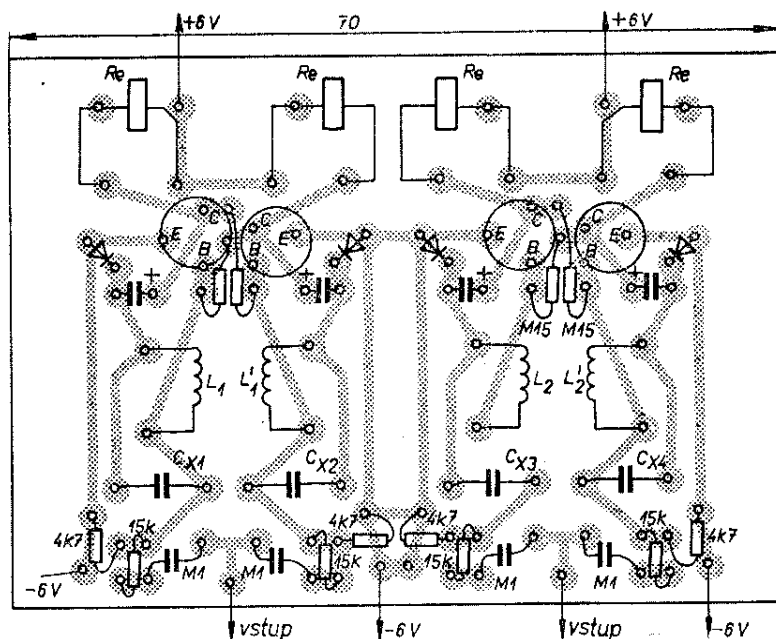
2. Aby vysílaný signál vytvořil dostatečně silné vlnové pole a aby se v nejvyšší možné míře potlačilo nežádané rušení příjmu.

3. Použitý způsob modulace (i když zmenšuje vyzařovaný vlnový výkon) je perspektivní pro digitální přenos informace.

4. Snadno se realizují a nastavují modulační stupně.

Obr. 30. Rozmístění součástek a plošné spoje selektivních obvodů (Smaragd D44)

(pod nadpisem  $Re$  cívek relé nemá být plošný spoj, ale díra pro upevňovací šroubek)



Modulace navržených vysílačů je pulsní amplitudová (PAM). Hloubka modulace je 100 %. Bez modulace je vysílána stále nosná vlna. Velikost vysílaného výkonu určíme integrací plochy vysílaného signálu, takže při nastavení střídý pulsů a mezer na poměr 1 : 1 klesá „plnění“ vysílaného signálu až na polovinu. Tím je zmenšena plocha a zmenšuje se i množství vysílané energie. Proto musí být dostatečná rezerva vysílaného výkonu, aby při modulování bylo vř pole stále dostatečné (v řádané vzdálenosti od vysílače).

Při uvažování citlivosti superhetů ( $< 10 \mu\text{V}$ ) by postačil k zajištění spojení na požadovanou vzdálenost menší vyřářený výkon. Ovšem při provozu soupravy řádkového ovládaní mohou nastat tzv. „nejhorší pracovní podmínky“. Pro největší míru bezpečnosti provozu je proto nutné uvážit i tyto nejhorší pracovní podmínky, takže požadavek maximálního vř pole vysílače v pracovním prostoru soupravy je jistě na místě. Tím se zmenší i vřiv nežádaného rušení spojení na minimum. Použitý způsob modulace umožňuje perspektivně použít vysílač pro digitální přenos informace. Postačí vyměnit ve vysílači modulátor. Spínací stupně modulátoru zůstanou beze změny.

Ve většině variant navrhovaných vysílačů se používají křemíkové tranzistory. Pro ty, kteří mají doma v zásobě výkonové germaniové tranzistory, uvádíme variantu zapojení s germaniovými tranzistory.

Protože nejsou na trhu potřebné krystaly, předpokládali jsme, že budou používány i krystaly s nižším pracovním kmitočtem. Proto ve většině vysílačů je použit Clappův oscilátor, jehož kolektorový obvod lze naladit na požadovaný harmonický kmitočet krystalu (tzn. 27,12 MHz nebo 40,68 MHz).

V praktické řásti je popis stavby řtyř typů vysílačů. Tyto vysílače jsou navrřeny pro obě kmitořetová řásma.

Pro řásma 27,120 MHz jsou to vysílače:

a) s křemíkovými tranzistory a s modulací budicího stupně;

b) s křemíkovými tranzistory a s modulací koncového stupně.

Pro řásma 40,68 MHz jsou to vysílače:

a) s křemíkovými tranzistory a s modulací budicího stupně;

b) s křemíkovými tranzistory v koncovém stupni a s germaniovými tranzistory v oscilátoru a budicím stupni.

## Vysílače pro řásma 27 MHz (RC-V1)

*Vysílač s modulací budicího stupně*

### Technické řdaje

**Kmitočet:** 27,120 MHz,

**Rozměry:** 127 × 56 mm.

**Anténa:** 1,45 m.

**Vysokofrekvenční výkon:** asi 450 mW.

**Napájecí napětí:** 12 až 13,5 V.

**Spotřeba:** 150 mA.

**Rozsah pracovních teplot:** −10 až +60 °C.

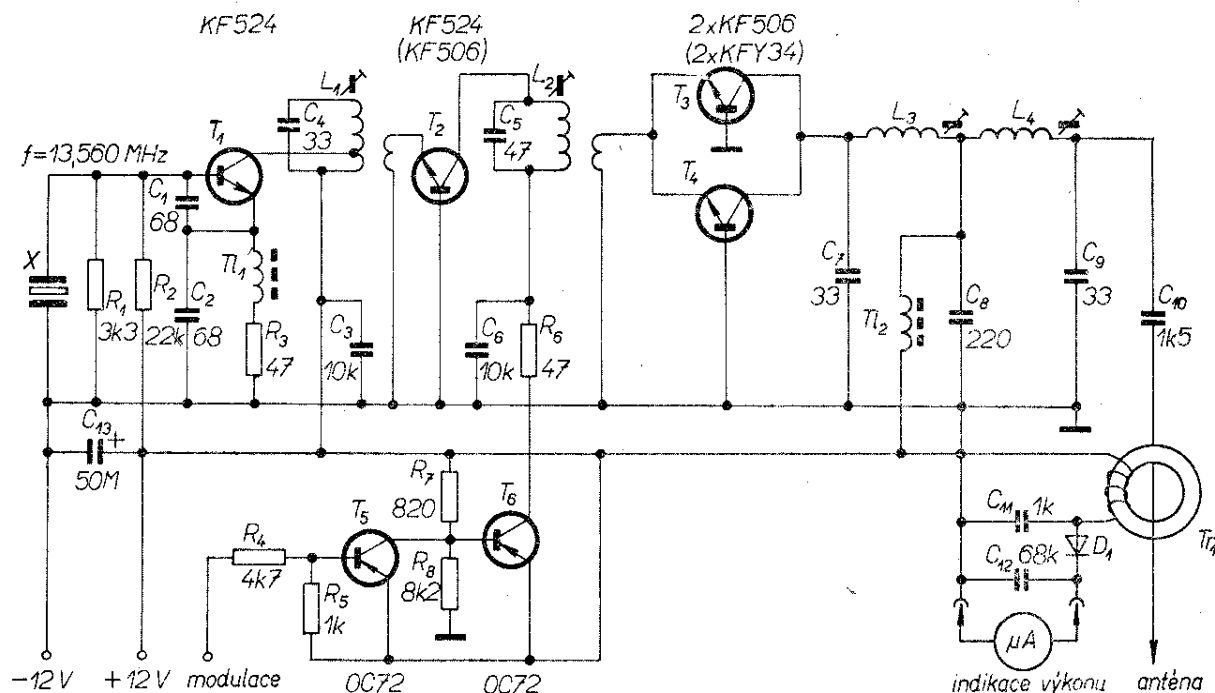
**Váha:** váha destičky vysílače a modulátoru je nepatrná vůči váze skříně vysílače a baterií.

**Osazení vysílače:** 2 × KF524, 1 × nebo 2 × KF506 (BFY34), 2 × OC72, GA203.

### Popis vysílače

Ovládací vysílač (obr. 31) je řřístupňový. Kmitočet nosné vřly je řřízen krystalem. Modulace je pulsní amplitudová v budicím stupni vysílače. Vysílač je osazen tranzistory řěžně dostupnými na našem trhu. Celý vysílač je zapojen na destičkách s plošnými spoji. Rozměry destičky vysílače jsou shodné s rozměry destičky modulátoru. Spínací stupně modulátoru jsou na destičce s plošnými spoji vysílače. Cívky vř obvodů jsou navinuty na válcových kostřičkách o  $\varnothing$  5 mm a jsou umístěny ve stínicím krytu. Vyřarování parazitních (harmonických) kmitořetů zabráňuje výstupní obvod – dvojitý řlánek  $\Pi$ . Indikace chodu vysílače je optická na měřicím řřístroji.

Vysílač se napájí řřemi plošnými bateriemi nebo deseti řlánky NiCd, typ 451. Celý vysílač je vestavěn do hliníkové skřínky. Na její řřední stěně jsou umístěna ovládací tlačítka, indikační řřístroj, spínač a řdržák antény. Anténní řdržák má k rovinně řřední stěny skřínky vysílače



Obr. 31. Vysílač 27,12 MHz s modulací do budicího stupně

sklon 45°. Skříňka vysílače je nastříkána ochranným lakem. K usnadnění manipulace lze celý vysílač zavěsit na krk nosným řemenem. Řemen se připíná kovovými karabinkami do nosných závěsů, umístěných na čelní stěně skříňky vysílače. Anténa vysílače je teleskopická o celkové délce 145 cm. Ovládací tlačítka jsou sdružena vždy po čtyřech (nebo dvě a dvě – podle varianty modulatoru) na ovládací kniple.

#### Popis funkce vysílače

Oscilátor  $T_1$  je řízen krystalem a osazen tranzistorem KF524. Protože se předpokládá používání krystalu nižšího kmitočtu, bylo zvoleno zapojení oscilátoru podle Clappa. Oscilátor musí odevzdávat vř výkon (řádu mW) pro vybuzení budicího stupně  $T_2$ , proto je jeho oscilační obvod upraven. Pro vznik oscilací nesmí být odpor v emitoru srovnatelný s reaktancí kondenzátoru  $C_2$  (dolního členu kapacitního děliče  $C_1C_2$ ). Při malém napájecím napětí a současně při požadavku výstupního výkonu řádu mW je třeba, aby tranzistorem protékal potřebný proud (asi 10 až 12 mA). Aby tranzistorem protékal větší proud je nutné, aby emitorový odpor byl malý – tím již není

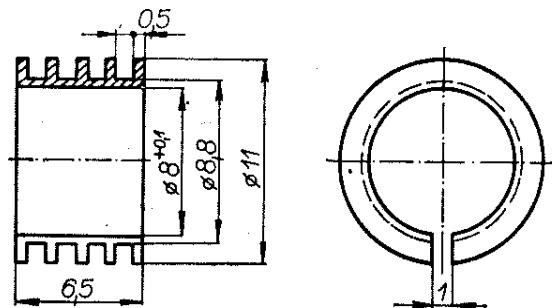
dostatečně splněna podmínka vzniku oscilací. Z tohoto důvodu je vložena do obvodu emitoru tlumivka  $TL_1$  v sérii s odporem  $R_3$ . Indukční reaktance tlumivky pro pracovní kmitočet oscilátoru je velká, takže impedance sériového spojení  $TL_1R_3$  (vektorový součet) je mnohem větší než kapacitní reaktance  $C_2$ . Kapacitní dělič  $C_1C_2$  není tímto zapojením ovlivněn; tím je splněna podmínka pro vznik oscilací. Tímto způsobem je možné získat větší výstupní výkon oscilátoru. Při různé jakosti použitých krystalů je možné změnou odporu  $R_3$  měnit pracovní bod tranzistoru  $T_1$  a tím dosáhnout vř výkonu potřebného k vybuzení  $T_2$ . Pro dobré přizpůsobení  $T_1$  je kolektor na odbočce laděného obvodu  $L_1C_4$ . Vazba mezi oscilátorem a budicím stupněm  $T_2$  je indukční (dva závity těsně na  $L_1$ ).

Budicí stupeň s tranzistorem  $T_2$  je zapojen se společnou bází. Takto zapojený zesilovač výkonu dovoluje použít méně jakostní tranzistor (s nižším mezním kmitočtem  $f_T$ ); má též dobrou teplotní stabilitu i když výkonové zesílení je menší než u stupňů v zapojení se společným emitorem. Napájecí kolektorové napětí se spíná tranzistorem  $T_6$  v rytmu přiváděné modulační. Není-li přiváděna žádná modulační

(není vysílán povel),  $T_6$  je otevřen a kolektor  $T_2$  je připojen na napájecí napětí. V nouzi je možné osadit tento stupeň i tranzistorem KF506 až KF507.

Koncový stupeň  $T_3$ ,  $T_4$  je navržen tak, že je možné jej osadit jedním nebo dvěma tranzistory. Dva tranzistory pracují v paralelním zapojení. Výstupní výkon dosažený zapojením dvou tranzistorů není dvojnásobný, jak by se dalo očekávat, lze však dosáhnout zvětšení výstupního výkonu (oproti zapojení s jedním tranzistorem) o 60 až 80 %. Požadavky na parametry koncových tranzistorů nejsou přísné. Pro dobrou funkci postačí, aby proudový zesilovací činitel  $h_{21E}$  obou tranzistorů se vzájemně nelišil o více než 15 až 20 %. Proudový zesilovací činitel je ovšem nutné měřit v daném pracovním bodě, tzn. při  $U_{CE} = 12\text{ V}$  a  $I_C = 50\text{ mA}$ . Oba tranzistory pracují stejně jako budicí stupeň v zapojení se společnouází. Vazba mezi budicím stupněm  $T_2$  a koncovým stupněm  $T_3$ ,  $T_4$  je indukční (dva závity těsně na  $L_2$ ). Pro maximální potlačení nežádoucích kmitočtů (harmonických kmitočtů oscilátoru) je výstupní laděný obvod zapojen jako dvojitý článek II. Napájecí napětí pro koncový stupeň se přivádí do míst, kde má obvod menší impedanci, tj. do středu dvojitého článku II. V přívodu napájecího napětí je k zamezení nežádoucích vazeb přes napájecí zdroj vložena tlumivka  $Tl_2$ . Oba tranzistory  $T_3$ ,  $T_4$  koncového stupně jsou opatřeny chladiči (obr. 32).

Spínací stupně modulátoru s tranzistory  $T_5$ ,  $T_6$  pracují tak, že není-li přiváděna žádná informace, vysílá vysílač stále nosnou vlnu. Je-li vysílán povel, přivádí se nf modulační napětí z modulátoru na



Obr. 32. Chladič pro tranzistory v pouzdrě T05

bázi tranzistoru  $T_5$ . Záporné pulsy modulační otvírají tranzistor  $T_5$ , který je v klidu uzavřen. Otevřený tranzistor  $T_5$  způsobí, že se na bázi tranzistoru  $T_6$  dostává napětí emitorů  $T_5$  a  $T_6$  – dosud otevřený tranzistor  $T_6$  se uzavře. Tím je rozpojen přívod napájecího napětí pro budicí stupeň  $T_2$  a koncový stupeň  $T_3$ ,  $T_4$  není buzen. Je to tzv. negativní modulace (nebo modulace „dolů“). Informace se vysílá mezerami v signálu nosné vlny. Tento způsob modulace zatím používají téměř všichni výrobci souprav dálkového ovládání.

Činnost vysílače se indikuje měřicím přístrojem. Napětí indukované v sekundárním vinutí toroidního transformátoru  $Tr_1$  (primární vinutí tvoří drát přívodu k anténě) se usměrňuje diodou  $D_1$ . Usměrněné napětí se přivádí na měřicí přístroj. Citlivost použitého měřicího přístroje je  $200\text{ }\mu\text{A}$ . Jádro toroidního transformátoru je ferokartové, získá se odříznutím části středního sloupku ferokartového hrníčku (tyto ferokartové hrníčky se používaly pro mf transformátory). Sekundární vinutí má přibližně 10 z drátu o  $\varnothing 0,3\text{ mm CuLH}$ . Počet sekundárních závitů je nutné individuálně upravit podle použitého magnetického materiálu a podle citlivosti použitého měřicího přístroje.

### Mechanické provedení

Při konstrukci vysílače byla sledována možnost více variant v zapojení vysílače. I když je vysílač konstruován technikou plošných spojů, je možné jednoduchou úpravou volit různá zapojení jednotlivých stupňů. Mechanické uspořádání celého vysílače neuvádíme záměrně, neboť všichni zájemci nemají stejné „výrobní“ možnosti. Tranzistory  $T_2$ ,  $T_3$  a  $T_4$  se při vysílání zahřívají. Jsou proto opatřeny chladičem (obr. 32). Nejvhodnějším materiálem pro chladič je hliník nebo jeho slitiny. Hotový chladič se eloxuje a potom barví černou barvou. V nouzi postačí chladič dobře odmastit a nabarvit černou tuší. Aby přestup tepla z pouzdra tranzistoru do chladiče byl co nejlepší, je tranzistor před nasunutím chladiče potřen silikonovou vazelinou (poslouží dobře obsah pouzdra zničeného tranzistoru).

Ještě před stavbou vysílače je dobré shromáždit všechny potřebné součástky a kontrolovat, zda mají potřebné vlastnosti. Někdy se stane, že úplně nová součástka je vadná nebo že její hodnota je řádově odlišná od hodnoty natištěné na součástce. Tato práce je sice zdouhavá, není však zbytečná, spíše naopak. Vyskytne-li se potom při stavbě přístroje závada, máme značně zúžený okruh při hledání příčiny závady. Tranzistory změříme a naměřené údaje poznamenejme na malý papírový štítek, který přilepíme na pouzdro tranzistoru. Dále navineme vř. cívky a tlumivky podle údajů v seznamu součástek. Navinuté cívky zajistíme izolačním lakem.

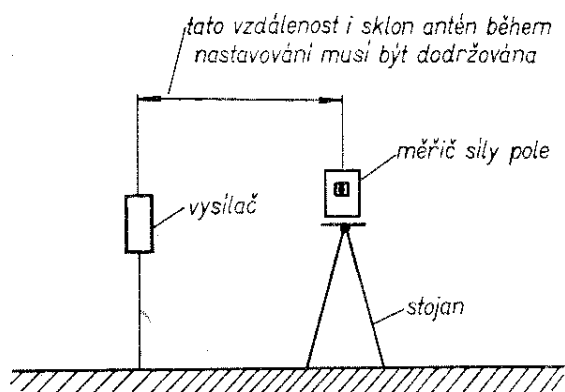
Destičku vysílače zapojujeme zásadně od oscilátoru. Nejdříve zapojíme všechny součástky oscilátoru mimo tranzistor  $T_1$ . Tranzistor pro oscilátor vybereme tak, aby měl co největší proudový zesilovací činitel  $h_{21E}$ . Po připájení tranzistoru  $T_1$  kontrolujeme, zda nevznikl někde náhodný zkrat mezi plošnými spoji nebo mezi součástkami. Potom přes miliampérmetr s rozsahem 30 mA připojíme napájecí napětí zmenšené na 9 V. Nejlépe je použít při oživování říditelný zdroj stejnosměrného napětí, které lze plynule zvětšovat od nuly. Je-li po připojení napájecího napětí 9 V proud oscilátoru maximálně 10 až 12 mA, je vše v pořádku, a můžeme pokračovat v oživování oscilátoru. Při ladění rezonančního obvodu  $L_1C_4$  poznáme nasazení kmitů oscilátoru z prudkého zvětšení kolektorového proudu tranzistoru  $T_1$ . Zvětšíme napájecí napětí na 12 V. Na vazební vinutí  $L_1$  (2 závity) připájíme jako zátěž žárovku 6 V/50 mA. Po doladění rezonančního obvodu  $L_1C_4$  bude žárovka slabě žhnout, proud kolektoru bude při napětí 12 V 15 až 17 mA. Použijeme-li ke stavbě krystal s nižším kmitočtem, je nutné zkontrolovat, zda je kolektorový obvod skutečně naladěn na žádaný harmonický kmitočet krystalu. Máme-li již postavený přijímač, potom stačí použít k této kontrole přijímač. Není-li tomu tak, je nejlépe použít k této zkoušce jakýkoli přijímač s potřebným rozsahem. Nejvhodnější je ovšem použít vlnoměr nebo měřič

kmitočtu. Je-li vše v pořádku, pak oscilátor pracuje správně a pokračujeme ve stavbě. Zapojíme všechny součástky budicího stupně (mimo tranzistor  $T_2$ ). Opticky kontrolujeme zapojení. Místo pro připojení kolektoru spínacího tranzistoru  $T_6$  propojíme drátem s emitorem  $T_6$ . Jako poslední připájíme budicí tranzistor  $T_2$ . Změníme napájecí napětí na 9 V a na vazební vinutí cívky  $L_2$  připájíme jako zátěž žárovku 6 V/50 mA. Nebude-li po připojení napájecího napětí proud ze zdroje větší než 25 až 30 mA, je vše v pořádku. Laděním rezonančního obvodu  $L_2C_5$  a  $L_1C_4$  se snažíme nastavit maximální svit žárovky. Potom opět zvětšíme napájecí napětí na 12 V. Při jmenovitém napájecím napětí nemá překročit odběr proudu obou stupňů 38 mA. Odebíraný proud se značně mění (až o 50 %) naladěním rezonančních obvodů. Je proto nutno rezonanční obvody velmi pečlivě naladit.

Dále odstraníme drátový spoj a zapojíme spínací stupně modulátoru s tranzistory  $T_5$  a  $T_6$ . Vysílač napájíme zmenšeným napájecím napětím 9 V. Pracuje-li vysílač správně, musí žárovka svítit. Bude ovšem nutné poopravit naladění  $L_2C_5$ , popř.  $L_1C_4$ . Zvětšíme napájecí napětí na 12 V, doladíme opět oba rezonanční obvody na maximum svitu žárovky. Nyní vyzkoušíme funkci spínacích stupňů. Vstup pro modulaci zkratujeme na záporný pól napájecího napětí. Žárovka musí zhasnout. Zhasne-li žárovka, pracuje správně spínací stupeň a můžeme zapojit koncový stupeň. Přes  $C_{10}$  zapojíme automobilovou žárovku 12 V/1,5 W na zem. Při zmenšeném napájecím napětí ladíme všechny rezonanční obvody na největší svit žárovky. Zapojí-li se oba tranzistory  $T_3$  a  $T_4$ , pak se při jmenovitém napájecím napětí zvětší odběr proudu na 150 mA. Při zmenšeném napájecím napětí 9 V je odběr proudu menší než 100 mA. Zbývá ještě

zapojit obvod indikace funkce vysílače. Úpravou počtu sekundárních závitů toroidního transformátoru nastavíme optimální výchylku



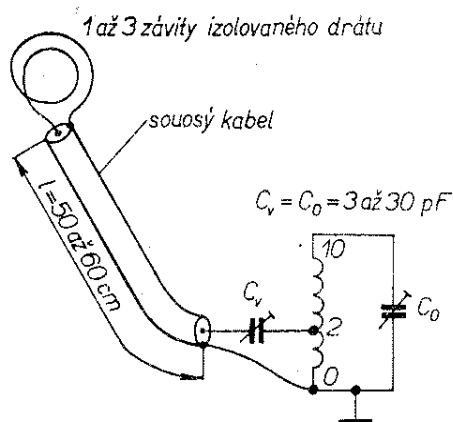


Obr. 33. Nastavování vysílače měřičem síly pole ve volném prostoru

ručky měřicího přístroje. Dále kontrolujeme podle výše popsaného způsobu spínací stupně modulátoru.

Po vestavění destičky vysílače do skřínky a připojení antény nastavíme maximum výstupního výkonu. Maximum vyzářované vř energie lze nejlépe nastavit podle měřiče síly pole a pokud možno ve volném prostoru. Během konečného nastavování rezonančních obvodů je nutné dodržet stálou polohu i vzdálenost antény vysílače a antény měřiče síly pole (obr. 33). Je samozřejmě nutné, aby se během ladění neměnila poloha těla operátora vůči vysílači.

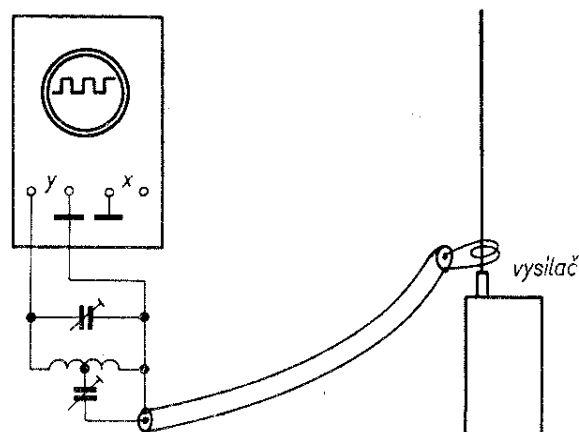
Ten, kdo má možnost používat při nastavování vysílače vř osciloskop, může kontrolovat tvar modulovaného i nedomulovaného antenního signálu. Pro tuto práci si zhotovíme jednoduchý měřicí přípravek (obr. 34). Vazební závity nasuneme na patu antény. Zapneme vysílač a la-



Obr. 34. Přípravek k naladění vysílače

dicím kondenzátorem naladíme maximální rozkmit signálu na obrazovce osciloskopu; dovolí-li nám to parametry osciloskopu, kontrolujeme, zda má signál sinusový tvar. Potom stisknutím tlačítka jednotlivých kanálů kontrolujeme tvar modulovaného vř signálu. Modulovaný vř signál má tvar přerušované nosné vlny (podle nf kmitočtu jednotlivých kanálů).

Po zakapání ladicích jader v cívkách vř obvodů je oživení vysílače skončeno.



Obr. 35. Připojení měřeného vysílače k osciloskopu

### Proudy a napětí tranzistorů

Proud oscilátoru: 13 mA.

Proud oscilátoru a budiče = 38 mA.

Proud celého vysílače = 150 mA.

Při napájecím napětí 9 V je celkový odběr proudu menší než 100 mA.

### Seznam součástek

#### Tranzistory

$T_1, T_2$  KF524  
 $T_3, T_4$  KFY34 (KF506)  
 $T_5, T_6$  OC72

#### Diody

$D_1$  GA203

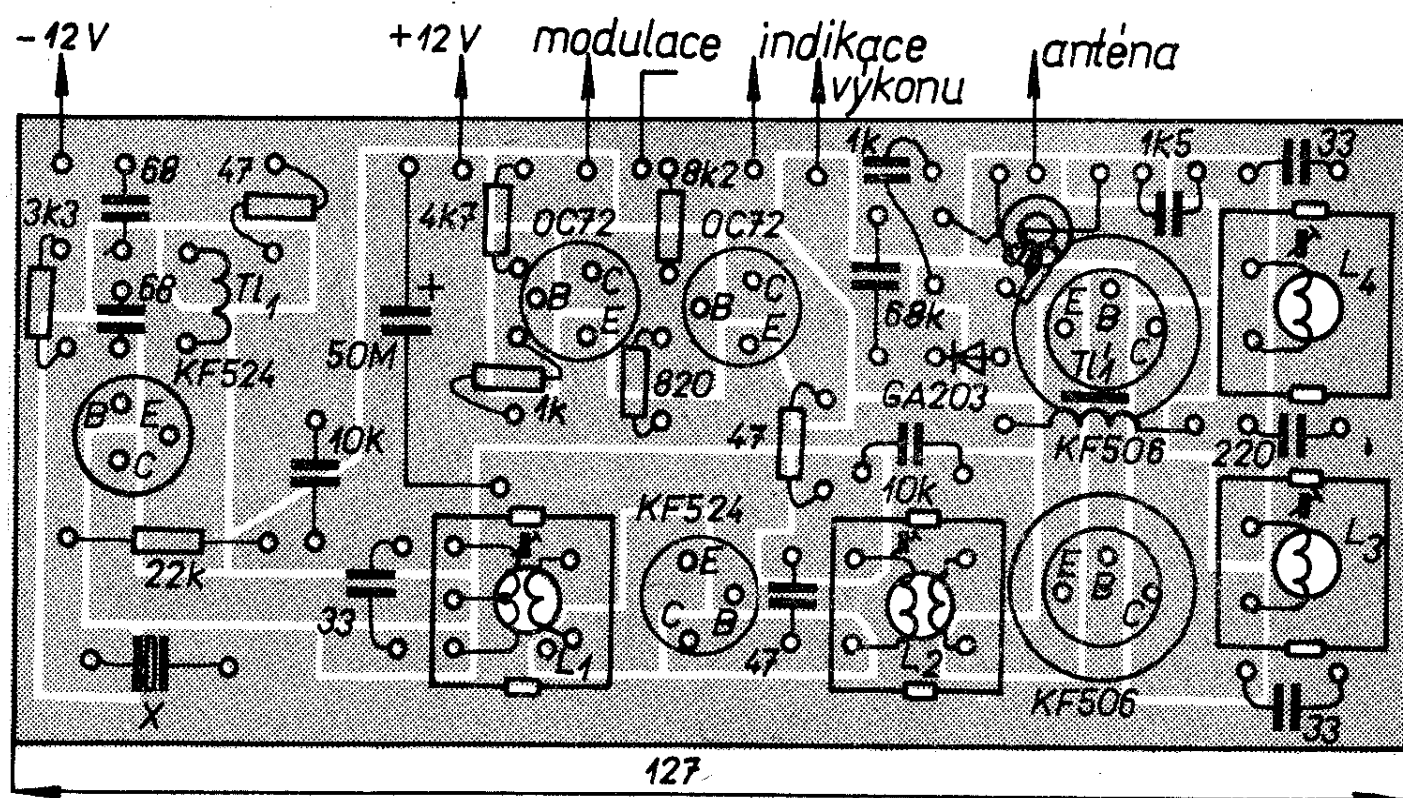
#### Odpory

$R_1$  3,3 k $\Omega$   
 $R_2$  22 k $\Omega$   
 $R_3, R_6$  47  $\Omega$   
 $R_4$  4,7 k $\Omega$   
 $R_5$  1 k $\Omega$   
 $R_7$  820  $\Omega$   
 $R_8$  8,2 k $\Omega$

Všechny odpory jsou miniaturní, typu TR112a.

# Cívky

Označení	Počet závitů	Vazba	Způsob vinutí	Indukčnost [μH]	Drát CuL [Ø mm]	Poznámka
$L_1$	11 z odb. na 4. z	2 z	válcově těsně	min. 0,6 max. 1,0	0,5	tělísko 4PA26016
$L_2$	10	2 z		min. 0,5 max. 0,9	0,5	jádro WA43658
$L_3$	10			min. 0,5 max. 0,9	0,5	
$L_4$	12			min. 0,8 max. 1,2	0,5	
$TL_1$	42			20	0,18	feritová tyčinka $\pm 2,8 \times 11$ mm H11 502 100
$TL_2$	42			20	0,18	



Obr. 36. Rozmístění součástek a plošné spoje vysílače s  $f = 27,12$  MHz (Smaragd D45)

### Kondenzátory

$C_1, C_2$  SK79001, 68 pF  
 $C_3, C_6$  TK751, 10 nF  
 $C_4, C_7, C_9$  SK79000, 33 pF  
 $C_5$  SK79000, 47 pF  
 $C_8$  SK79002, 220 pF  
 $C_{10}$  TK424, 1 500 pF  
 $C_{11}$  TK424, 1 000 pF  
 $C_{12}$  TC181, 68 nF  
 $C_{13}$  TC963, 50  $\mu$ F

### Ostatní součástky

krystal 27,120 MHz, 1 ks  
 kostičky 2PA26071, 4 ks  
 dolaďovací jádra WA43658, 4 ks

## Vysílač 40,68 MHz s modulací do budicího stupně (RC-V2)

### Technické údaje

Kmitočet: 40,68 MHz.

Rozměry: 56 × 127 mm.

Anténa: 1 m.

Vysokofrekvenční výkon: asi 450 mW.

Napájecí napětí: 12 až 13,5 V.

Spotřeba: 150 mA.

Rozsah pracovních teplot: od -10 do +60 °C.

Osazení vysílače: 2 × KF524, 1 × KT11, 1 × 2N3866 (2 × KFY34), 2 × OC72, 1 × GA203.

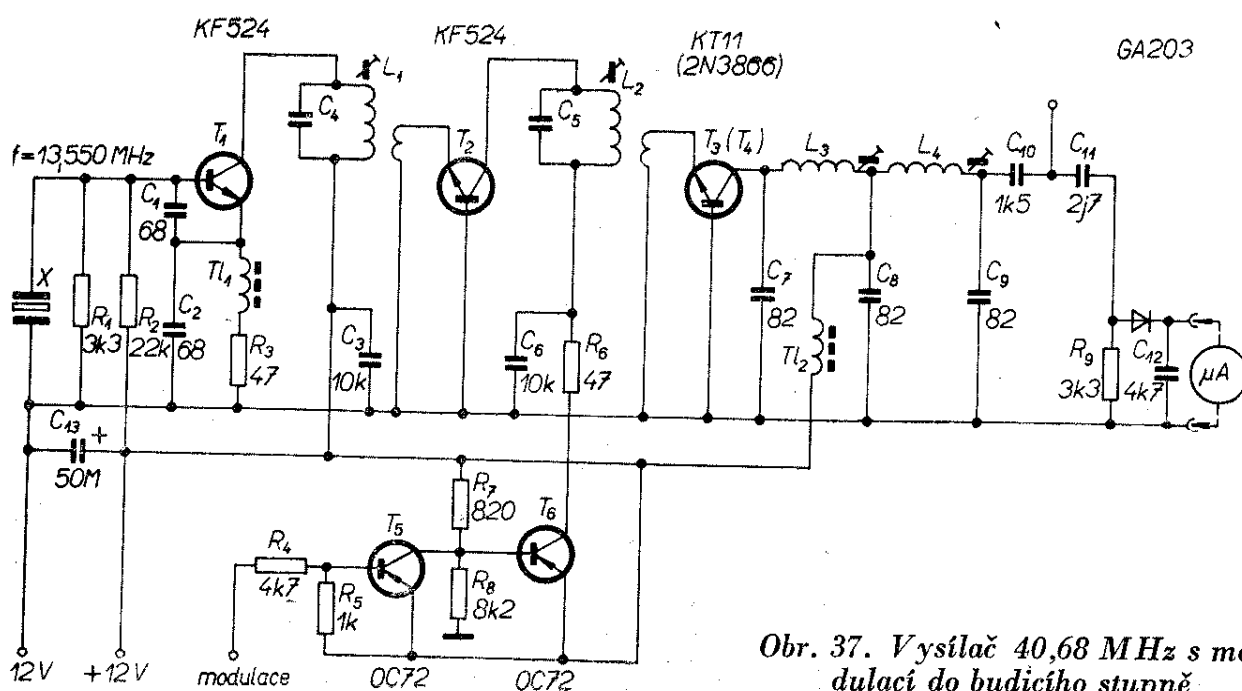
### Mechanické provedení vysílače

Konstrukce vysílače je téměř totožná s konstrukcí vysílače pro pásmo 27 MHz. Rozdíly jsou dobře patrné ze schématu (obr. 37) a rozpisky materiálu. Oba vysílače byly zhotoveny a dobře fungují.

### Uvádění do chodu

Při ožiování tohoto vysílače platí stejný postup i zásady jako u vysílače pro pásmo 27 MHz. Pouze je zapotřebí věnovat zvláštní pozornost oscilátoru, používáme-li harmonický kmitočet krystalu. Nepracuje-li oscilátor správně, není budicí stupeň dostatečně buzen a není tedy maximální ani výstupní výkon. Činnost oscilátoru ovlivňuje i např. použití nevhodného krystalu. Některé krystaly nejsou vzhledem ke své speciální konstrukci vhodné pro oscilátor, z něhož chceme odebrat signál o harmonickém kmitočtu krystalu. U těchto krystalů je „zdůrazněn“ určitý harmonický kmitočet na úkor ostatních.

Při použití dobrých součástek nečiní však ani u tohoto vysílače uvedení do chodu potíže. Destička s plošnými spoji vysílače je na obr. 38.



Obr. 37. Vysílač 40,68 MHz s modulací do budicího stupně





### Odpory

$R_1, R_9$  3,3 k $\Omega$   
 $R_2$  22 k $\Omega$   
 $R_3, R_6$  47  $\Omega$   
 $R_4$  4,7 k $\Omega$   
 $R_5$  1 k $\Omega$   
 $R_7$  820  $\Omega$   
 $R_8$  8,2 k $\Omega$

Všechny odpory jsou miniaturní typu TR112a.

### Kondenzátory

$C_1, C_2$  SK79001, 68 pF  
 $C_3, C_6$  TK751, 10 nF  
 $C_4$  SK79000, 22 pF  
 $C_5$  SK79000, 47 pF  
 $C_7, C_8, C_9$  SK79001, 82  
 $C_{10}$  TK424, 1,5 nF  
 $C_{11}$  TK219, 2,7 pF  
 $C_{12}$  TK440, 4,7 nF  
 $C_{13}$  TC963, 50  $\mu$ F

### Ostatní součástky

krystal 40,68 MHz, 1 ks  
 kostřičky pro vf obvody 2PA26071, 4 ks  
 dolaďovací jádra WA43658, 4 ks

## Vysílač pro 27,12 MHz s modulací koncového stupně

Tento vysílač (obr. 39) je variantou vysílače podle obr. 34. Signál je modulován v koncovém stupni.

### Technické údaje

Kmitočet: 27,12 MHz.

Rozměry: 56  $\times$  127 mm.

Anténa: 1,45 m.

Vysokofrekvenční výkon: asi 450 mW.

Napájecí napětí: 12 až 13,5 V.

Spotřeba: 150 mA.

Rozsah pracovních teplot:  $-10$  až  $+60$   $^{\circ}$ C.

Osazení vysílače: 2  $\times$  KF524, 2  $\times$  KFY34  
 (2  $\times$  KF506), 1  $\times$  OC72, 1  $\times$  GC510,  
 1  $\times$  GA203.

Proudy a napětí

Proud oscilátoru: 13 mA.

Proud oscilátoru a budiče: 38 mA.

Proud vysílače: 150 mA.

Napájecí napětí: 12 V.

Destička s plošnými spoji vysílače pro 27,12 MHz s modulací do koncového stupně je na obr. 40.

### Seznam součástek

#### Tranzistory

$T_1$  a  $T_2$  KF524  
 $T_3$  a  $T_4$  KFY34 (KF506)  
 $T_5$  OC72  
 $T_6$  GC500

#### Diody

$D_1$  GA203

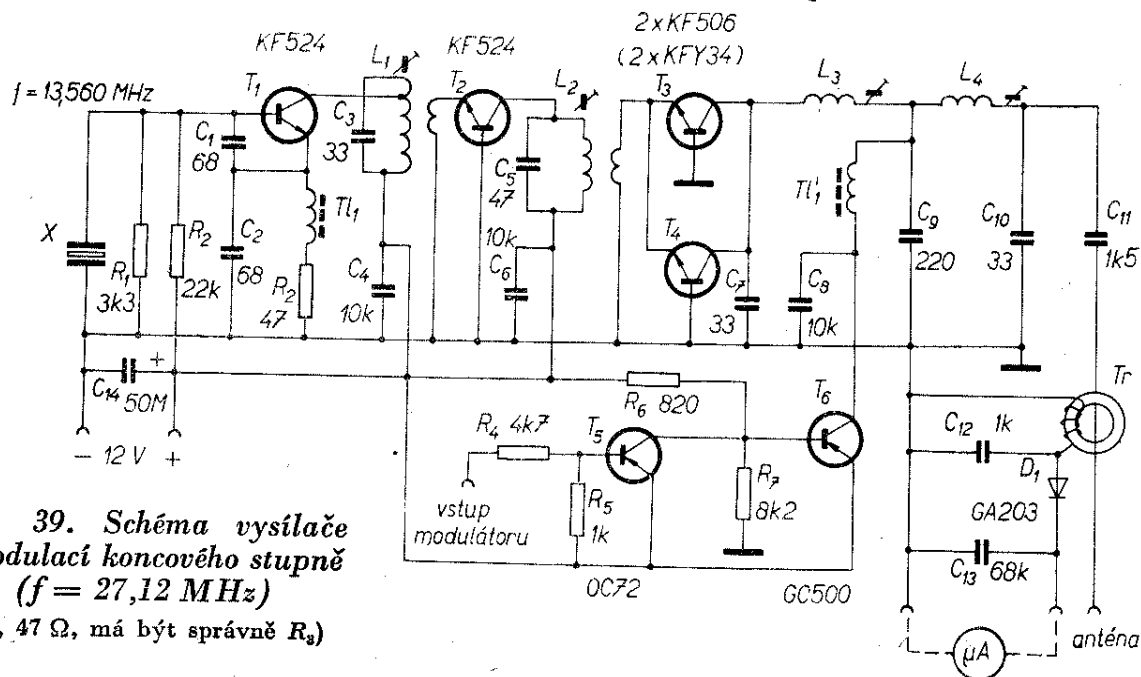
#### Odpory

$R_1$  3,3 k $\Omega$   
 $R_2$  22 k $\Omega$   
 $R_3$  47  $\Omega$   
 $R_4$  4,7 k $\Omega$   
 $R_5$  1 k $\Omega$   
 $R_6$  820  $\Omega$   
 $R_7$  8,2 k $\Omega$

Všechny odpory jsou miniaturní typu TR112a.

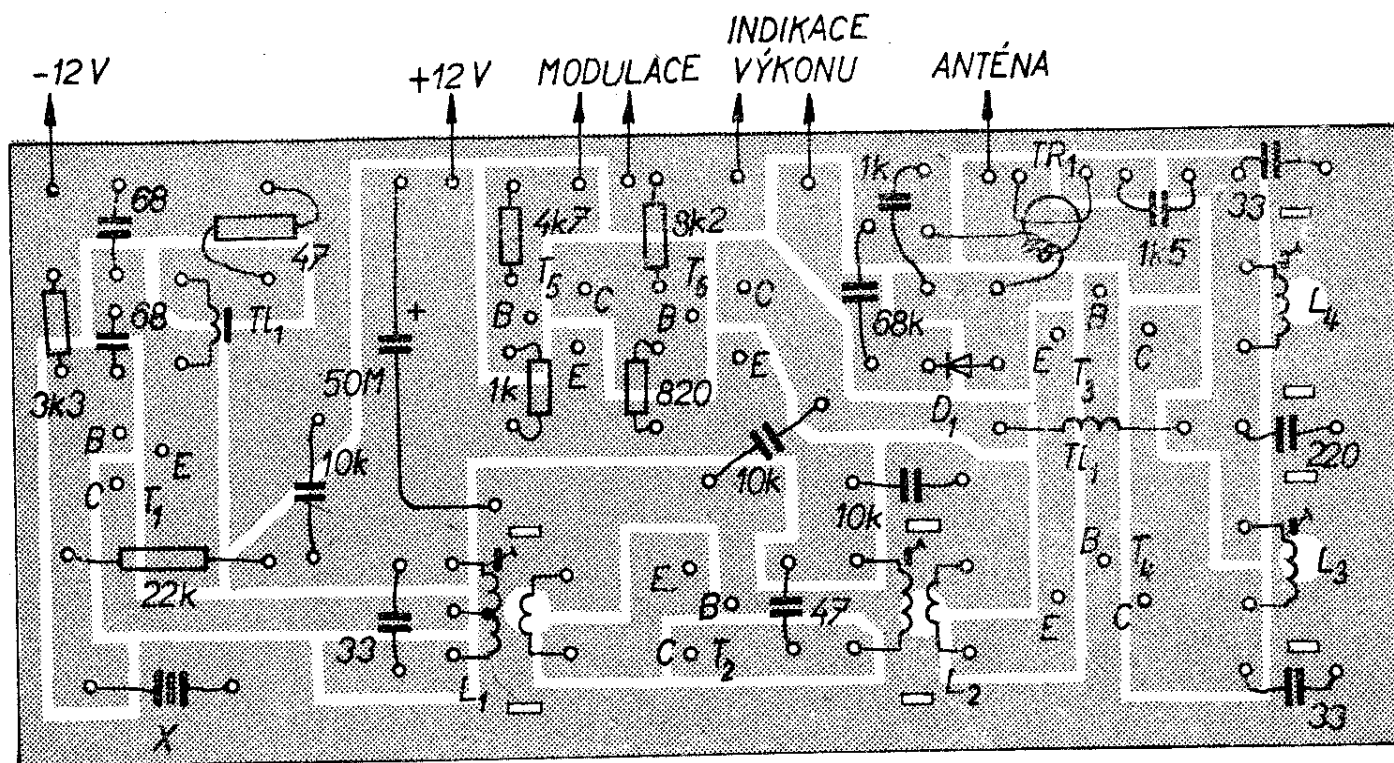
#### Kondenzátory

$C_1, C_2$  SK79001, 68 pF  
 $C_3, C_7, C_{10}$  SK79000, 33 pF  
 $C_4, C_6$  TK751, 10 nF  
 $C_5$  SK79001, 47 pF  
 $C_8$  TK751, 10 nF  
 $C_9$  SK79002, 220 pF



Obr. 39. Schéma vysílače s modulací koncového stupně ( $f = 27,12$  MHz)

( $R_3$ , 47  $\Omega$ , má být správně  $R_3$ )



Obr. 40. Rozmístění součástek a plošné spoje vysílače s  $f = 27,12$  MHz (modulace do koncového stupně). Destička Smaragd D47

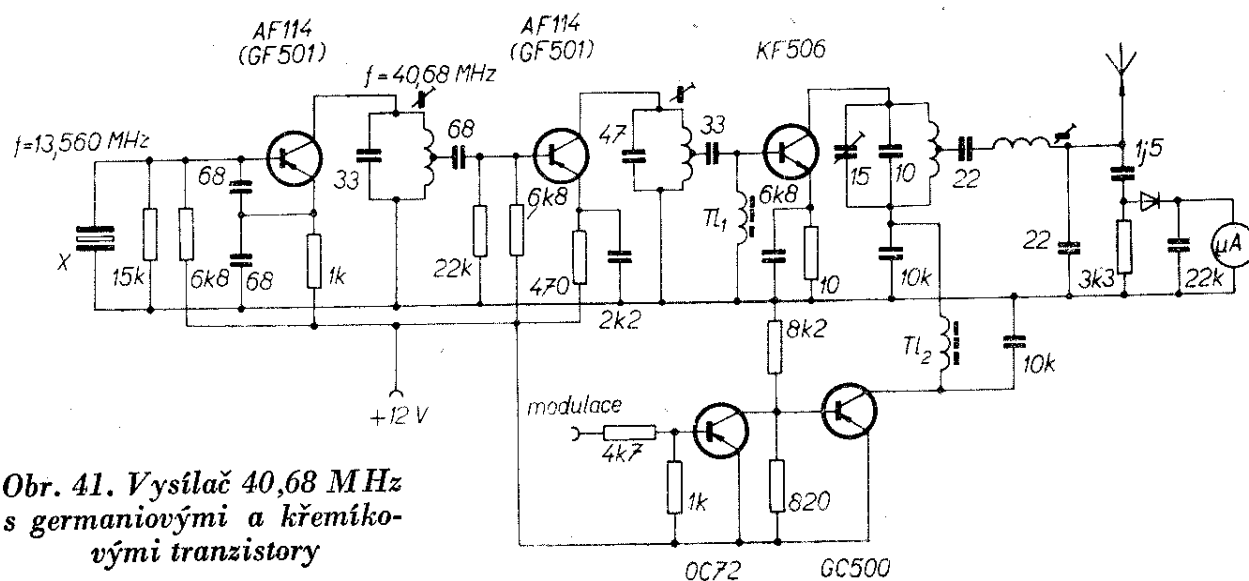
$C_{11}$  TK424, 1,5 nF  
 $C_{12}$  TK424, 1 nF  
 $C_{13}$  TC181, 68 nF  
 $C_{14}$  TC963, 50  $\mu$ F

Ostatní součástky  
 krystal 27,12 MHz, 1 ks  
 kostřičky pro vf obvody 2PA26071, 4 ks  
 doladovací jádra WA43658, 4 ks

Údaje cívek jsou stejné jako u vysílače 27,12 MHz s modulací do budicího stupně.

### Vysílač pro pásmo 40,68 MHz s germaniovými tranzistory

Konstrukce tohoto vysílače je určena především pro ty, kteří mají doma staré zásoby součástek. Zapojení je podobné dosud popsaným typům vysílačů. Postup při montáži i ožiování je též stejný. Pouze je nutné dávat větší pozor na polaritu jednotlivých tranzistorů a při ožiování pečlivě kontrolovat proud a teplo-



Obr. 41. Vysílač 40,68 MHz s germaniovými a křemíkovými tranzistory

tu germaniových tranzistorů. Tranzistor budicího stupně by měl mít chladič. Vysílač (obr. 41) je navržen tak, aby mohl pracovat i při značně vysoké teplotě. Dojde-li však k rozladění některého stupně (zvětšuje se  $I_C$  příslušného tranzistoru), může dojít i ke zničení tranzistoru. Toto platí především pro stupně osazené germaniovými tranzistory. Proto je velmi dobré věnovat zvláštní péči naladění vysílače.

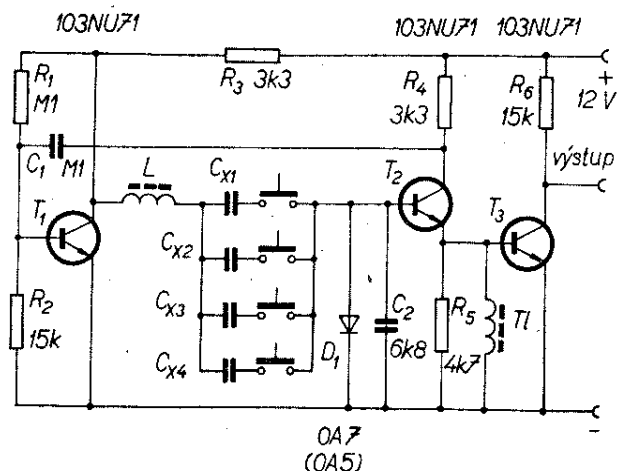
### Modulátory pro vysílače

V konstrukci jsou navrženy dvě varianty modulátoru. Tím chceme umožnit zájemcům větší výběr. Pro zájemce, kteří nemají velké zkušenosti s amatérskou stavbou podobných zařízení, je určen jednodušší modulátor se čtyřmi povelovými kmitočty. Pro vyspělejší amatéry je určena druhá varianta, která umožňuje používat simultánně dva povely, přičemž celkový počet povelů je osm. Obě konstrukce jsou voleny tak, že je možné oba modulátory vzájemně zaměnit. Ten, kdo postaví nejprve jednodušší modulátor a po zvládnutí techniky řízení se čtyřmi povely bude chtít svůj vysílač rozšířit o další povely, může pouze vyměnit jednoduchý modulátor za složitější typ.

### Modulátor pro čtyři povely

#### Popis činnosti

Zdrojem nf kmitočtů je generátor s tranzistory  $T_1$  a  $T_2$  (obr. 42). Je to v podstatě multivibrátor, jehož kmitočet je určen sériovým rezonančním obvodem. Zátěž sériového rezonančního obvodu tvoří dioda přechodu báze – emitor tranzistoru  $T_2$ . Tranzistor  $T_2$  pracuje ve třídě B a otvírá se tedy kladnými půlvlnami střídavého napětí – je zátěží pro sériový rezonanční obvod pouze v době, kdy je otevřen. V druhé půlperiodě by tedy byl článek LC odlehčen. Aby se zamezilo vzniku zákmitů, je paralelně k přechodu báze – emitor tranzistoru  $T_2$  zapojena germaniová dioda  $D_1$ . Dioda je pólována



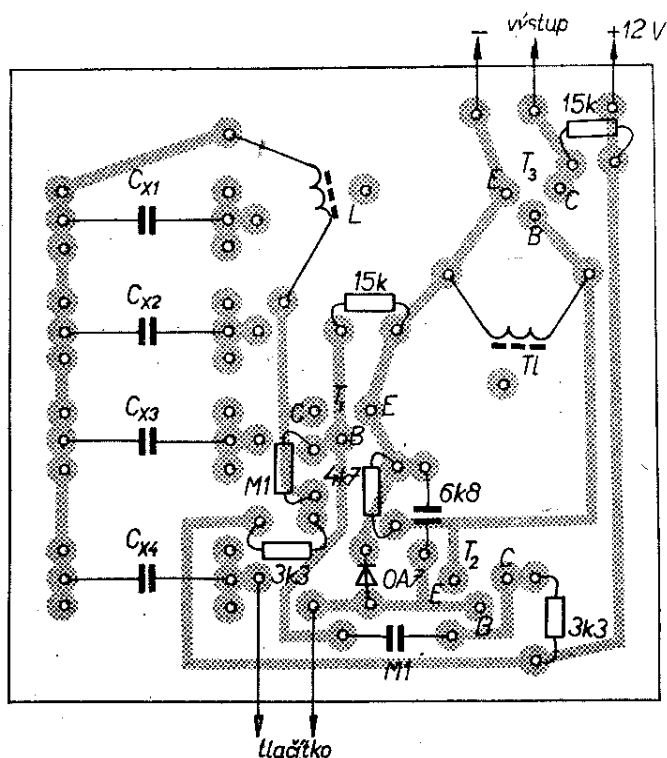
Obr. 42. Schéma modulátoru se čtyřmi tónovými obvody

v nepropustném směru a v době uzavření tranzistoru  $T_2$  zatěžuje článek LC. Kladná zpětná vazba je zavedena z kolektoru  $T_2$  do báze  $T_1$  přes kondenzátor  $C_1$  ( $0,1 \mu\text{F}$ ). Protože tranzistor  $T_2$  pracuje v třídě B a je silně přebuzen, je výstupní napětí obdélníkové. Výstupní napětí se odebírá z neblokovaného emitorového odporu  $T_2$ . Stabilita kmitočtu oscilátoru modulátoru je velmi dobrá. Při zmenšení napájecího napětí na polovinu je stabilita kmitočtu  $\gamma = 6 \cdot 10^{-3}$ . Je-li laděný obvod dobře tepelně kompenzován, je stabilita kmitočtu v rozsahu teplot  $-10$  až  $+40^\circ\text{C}$  až  $\gamma = 7,5 \cdot 10^{-3}$ . K zamezení vlivu zátěže je generátor oddělen od spínacích stupňů modulátoru stupněm s tranzistorem  $T_3$ . Báze tranzistoru  $T_3$  je stejnosměrně zkratována na zem (tlumivka má stejnosměrný odpor asi  $40 \Omega$ ). Pro střídavý signál představuje tlumivka velký odpor a tak mohou kladné půlvlny (pulsy) otvírat tranzistor  $T_3$ . Z kolektoru  $T_3$  je možno odebírat pravoúhlé pulsy s velkou amplitudou pro spínací stupně modulátoru.

Rozmístění součástek a plošné spoje modulátoru jsou na obr. 43.

#### Nastavení modulátoru

Nejlépe nastavíme žádané kmitočty oscilátoru měřičem kmitočtu. Tuto možnost má však jen velmi málo amatérů. Pro nastavení žádaných kmitočtů oscilátoru použijeme proto osvědčené metody:



Obr. 43. Rozmístění součástek a plošné spoje modulátoru (Smaragd D48)

nejlépe cejchovaný nf generátor a osciloskop. Výstup oscilátoru – kolektor  $T_3$  – připojíme na vertikální zesilovač osciloskopu. Na horizontální zesilovač připojíme výstup z nf generátoru. Na nf generátoru nastavíme žádaný kmitočet. Změnou kapacity kondenzátoru  $C_x$  nastavujeme kmitočet oscilátoru tak dlouho, až kmitočet oscilátoru souhlasí s kmitočtem nf generátoru. Obrazce na obrazovce osciloskopu mají s Lissajousovými obrazci společné pouze jméno, nikoli však tvar. Souhlasí-li oba kmitočty, vznikne jakýsi „hrnatý kruh“. Máte-li nf generátor, jenž má výstup pravoúhlého nf napětí, pak přivedením tohoto napětí

na osciloskop vznikne na obrazovce osciloskopu čtvercový nebo obdélníkový obrazec (souhlasí-li oba kmitočty).

Je možné použít i ryze amatérské metody – např. dvě sluchátka. Jedno se připojí na výstup nf generátoru a druhé přes oddělovací kondenzátor 10 až 47 nF na kolektor  $T_3$ . Sledujeme na nulový záznej. Povolena nepřesnost nastavení je asi  $\pm 30$  Hz.

Při napájecím napětí 12 V je odběr proudu při vypnutém oscilátoru asi 2,2 mA, při zapnutém oscilátoru 6 mA.

V následující tabulce jsou doporučené kmitočty jednotlivých povelů s ohledem na použití superhetu. Navržený superhet má šířku mezifrekvenčního zesilovače 9 kHz.

Kanál	Kmitočet [Hz]	$C_x$ [pF]
1	2 350	10 nF
2	3 000	8,2 nF
3	3 670	5,6 nF
4	4 300	1,2 + 2,7 nF

#### Seznam součástek

Tranzistory

3 × 103NU71

Diody

1 × GA203 (0A5)

Odpory

$R_1$  0,1 M $\Omega$

$R_2, R_3$  15 k $\Omega$

#### Data cívek

Označení	Počet závitů	Způsob vinutí	Indukčnost [mH]	Drát CuL $\varnothing$ [mm]	Poznámka
$L$	1 100	válcově do kostry AA60062	330	0,112	ferit $\varnothing$ 18 × 14 mm typ 4k0930-041-H10
$Tl$	850		190	0,112	

$R_3, R_4$  3,3 k $\Omega$   
 $R_5$  4,7 k $\Omega$   
 Všechny odpory jsou miniaturní, typ TR112a.

#### Kondenzátory

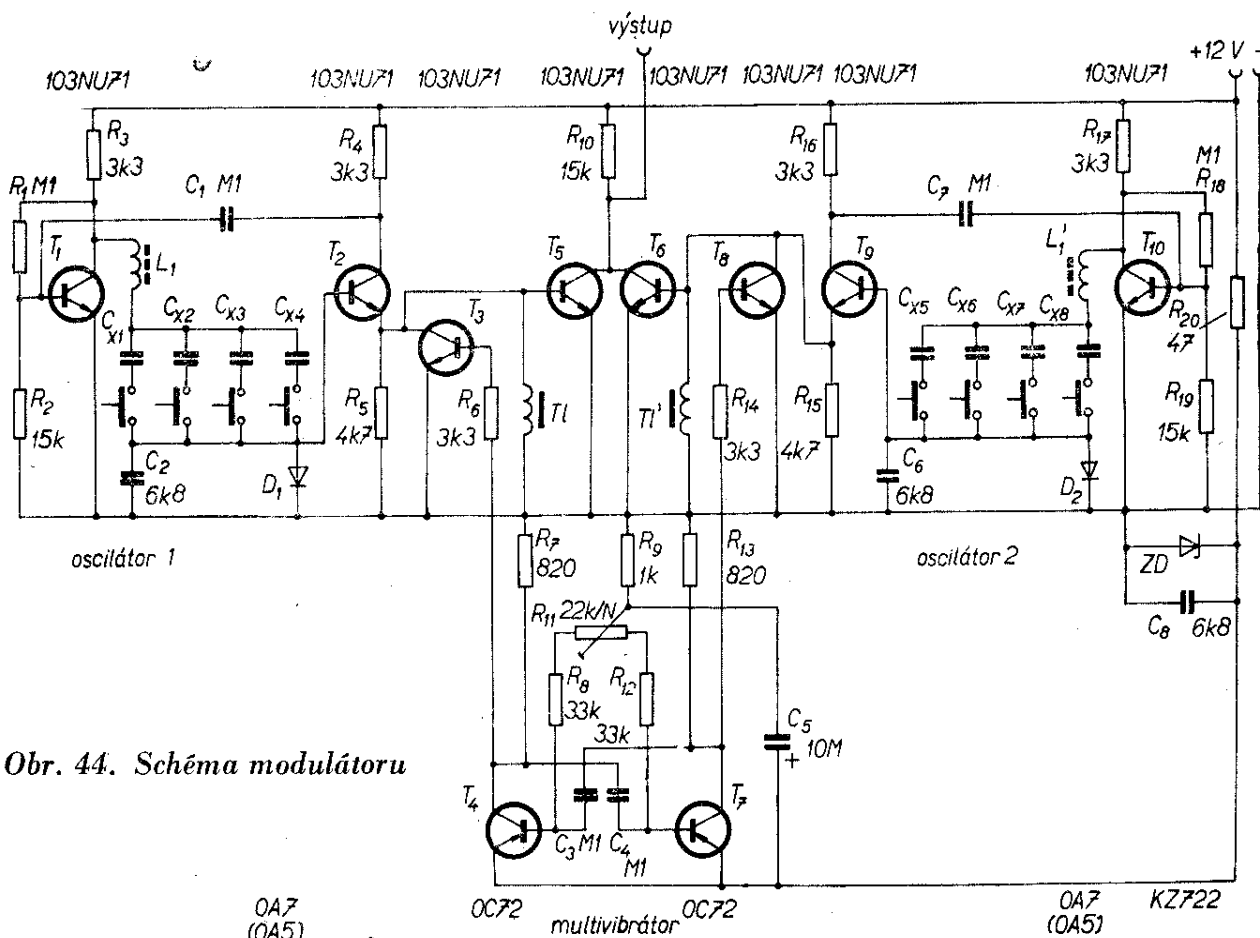
$C_1$  TK751, 0,1  $\mu$ F  
 $C_2$  TK424, 6,8 nF  
 $C_{x1}$  TC281, 10 nF (1. kanál)  
 $C_{x2}$  TC281, 8,2 nF (2. kanál)  
 $C_{x3}$  TC281, 5,6 nF (3. kanál)  
 $C_{x4}$  TC281, 1,2 nF + 2,7 nF (4. kanál)

### Modulátor pro osm povelových kmitočtů a simultánní provoz

Tvar průběhu modulačního kmitočtu je opět obdélníkový. Hloubka modulace je 100 %. Protože byl stanoven požadavek současného vysílání dvou povelů, byl zvolen přerušovaný způsob modulace, aby nedocházelo ke směšování obou signálů. Při vysílání pouze jednoho kmitočtu se tím však zmenšuje činitel „plnění“ v signálu a také dosah soupravy. Jako zdroje doporučených kmitočtů slouží dva oscilátory (shodného zapojení jako v předešlém případě, obr. 44).

Dva současně vysílané povelové signály se střídají pomocí multivibrátoru s tranzistory  $T_4$  a  $T_7$ . Kmitočet střidy je asi 300 Hz. Multivibrátor ovládá činnost dvou spínacích tranzistorů  $T_3$  a  $T_8$ . Je-li  $T_7$  otevřen, připojí bázi  $T_8$  přes  $R_{14}$  na kladné napětí – tím se  $T_8$  otevře. Otevřený tranzistor  $T_8$  zkratuje výstup jednoho oscilátoru ( $T_9$ ). V témže okamžiku je  $T_4$  uzavřen. Tím je báze  $T_3$  připojena přes  $R_6$  na záporné napětí a  $T_3$  je též uzavřen. Výstup druhého oscilátoru ( $T_1, T_2$ ) není zkratován a vznikající povelový signál spíná přes  $T_5$  spínací stupně modulátoru. V tom okamžiku (asi 3,3 ms) je vysílač modulován kmitočtem oscilátoru  $T_1, T_2$ . Po překlopení multivibrátoru ( $T_4, T_7$ ) do druhé pracovní polohy si vymění tranzistory funkce a vysílač je modulován kmitočtem oscilátoru s tranzistory  $T_9, T_{10}$ .

Oddělovací stupně s tranzistory  $T_5, T_6$  mají společný pracovní odpor  $R_{10}$ . Napájecí napětí modulátoru je stabilizováno Zenerovou diodou KZ722.

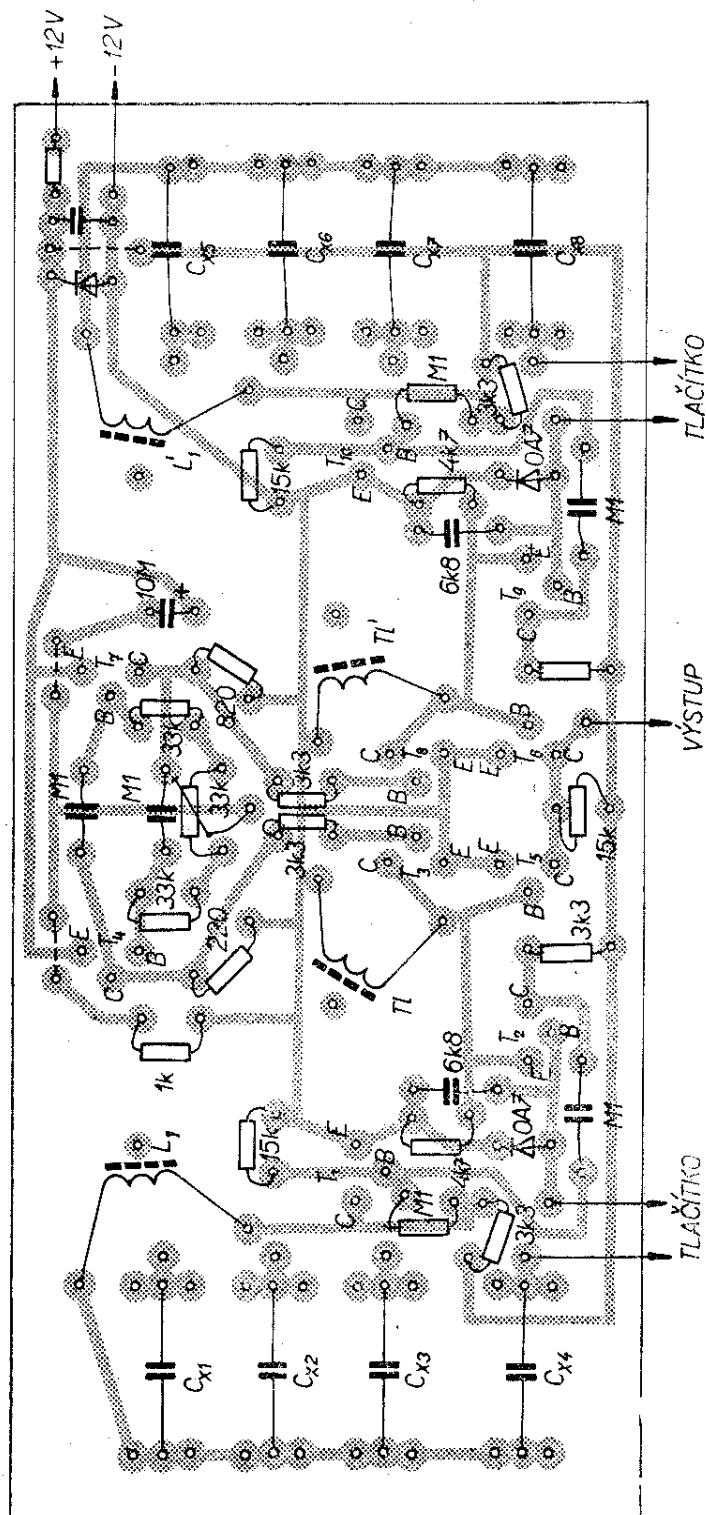


Obr. 44. Schéma modulátoru

## Nastavení modulátoru

Oscilátory jsou osazeny jakýmkoli tranzistory typu n-p-n (např. 103NU71) se zesilovacím činitelem větším než 60 a malým zbytkovým proudem (asi 6 až 7  $\mu\text{A}$ ). Tranzistory  $T_5$  a  $T_6$  musí mít zesilovací činitel větší než 100 a co nejmenší zbytkový proud (asi 4  $\mu\text{A}$ ).

Obvody nastavíme na jednotlivé požadované kmitočty stejným způsobem jako u dříve popsaného modulátoru. Nakonec zbývá nastavit stejné intervaly přepínacího multivibrátoru  $T_4$ ,  $T_7$ . Stejnou velikost intervalů nastavíme pomocí osciloskopu odporovým trimrem 22 k $\Omega$ . Doporučujeme nastavovat kmitočty oscilátorů při pokojové teplotě (asi 22  $^{\circ}\text{C}$ ).



Obr. 45. Rozmístění součástek a plošné spoje modulátoru se simultánním provozem (Smaragd D49)

Data cívek

Označení	Počet závitů	Způsob vinutí	Indukčnost	Drát CuL Ø [mm]	Poznámka
$L_1, L'_1$	1 100	válcově do kostříčky AA 60062	330 mH	0,112	feritový hrníček Ø 18 × 14 mm, typ 4k0930-041-H10
$TL_1, TL'_1$	850				

Rozložení součástek a plošné spoje modulátoru jsou na obr. 45. Doporučené kmitočty (s ohledem na superhet: šířka mf zesilovače je  $\pm 4,5$  kHz):

Kanál	Kmitočet [Hz]	Kondenzátory $C_x$	Typ
K1	2 350	10 nF	TC281
K2	3 000	8,2 nF	
K3	3 670	5,6 nF	
K4	4 300	2,7 nF + 1,2 nF	
K5	1 110	33 nF + 10 nF + 3,9 nF	TC181 (TC281)
K6	1 700	33 nF	
K7	800	33 nF + 15 nF + 4,7 nF	
K8	5 700	2,2 nF	

$C_{x_3}$  TC281, 5,6 nF (3. kanál)  
 $C_{x_4}$  TC281, 2,7 nF + 1,2 nF (4. kanál)  
 $C_{x_5}$  TC281, 3,9 nF + 33 nF, TC181 (5. kanál)  
 $C_{x_6}$  TC181, 33 nF (6. kanál)  
 $C_{x_7}$  TC181, 33 nF + 15 nF + 4,7 nF, TC281 (7. kanál)  
 $C_{x_8}$  TC281, 2,2 nF (8. kanál)

Tabulka odběru proudu (napájecí napětí 12 V)

Název části		Odběr proudu [mA]	Poznámka
nf oscilátor 1	vypnut	2,2	
	zapnut	6	
nf oscilátor 2	vypnut	2,2	
	zapnut	6	
multivibrátor		25	
modulátor (celková spotřeba)		45	včetně Zenerovy diody a obou nf oscilátorů

### Seznam součástek

#### Tranzistory

8 × 103NU71  
2 × OC72

#### Diody

1 × KZ722  
2 × OA7 (GA203)

#### Odpory

$R_1, R_{18}$  0,1 M $\Omega$   
 $R_2, R_{10}, R_{19}$  15 k $\Omega$   
 $R_3, R_4, R_6, R_{14}, R_{16}, R_{17}$  3,3 k $\Omega$   
 $R_5, R_{15}$  4,7 k $\Omega$   
 $R_7, R_{18}$  820  $\Omega$   
 $R_8, R_{12}$  33 k $\Omega$   
 $R_9$  1 k $\Omega$   
 $R_{11}$  22 k $\Omega$  (TP035)  
 $R_{20}$  47  $\Omega$

Všechny odpory jsou miniaturní, typ TR112a.

#### Kondenzátory

$C_1, C_3, C_4$  TK751, 0,1  $\mu$ F  
 $C_2, C_6, C_7, C_8$  TK424 (TK751), 6,8 nF  
Přibližné kapacity ladících kondenzátorů pro modulátor s osmi povely:  
 $C_{x_1}$  TC281, 10 nF (1. kanál)  
 $C_{x_2}$  TC281, 8,2 nF (2. kanál)

### Soupravy dálkového ovládání z hlediska platných předpisů

Podle zákona o telekomunikacích č. 110/1964 Sb. lze od 1. 7. 1964 přiznat a provozovat vysílací radiové stanice k dálkovému ovládání nejen pouze na základě povolení (jak tomu bylo dříve), ale za určitých podmínek i bez povolení. Nový zákon totiž stanoví, že není třeba povolení ke zřízení a provozování radiových zařízení s velmi malým výkonem, používaných např. k dálkovému ovládání. Ústřední správa spořů k tomu prováděcí vyhláškou č. 111/1964 Sb. stanovila, že velmi malým výkonem se rozumí výkon maximálně 0,1 W. Vysílací zařízení, jejichž vyzářený výkon není větší než uvedená mez, lze podle citované vyhlášky zřídit a provozovat bez povolení s podmínkou, že je jejich provozovatel přihlásí k evidenci a že bude dodržovat



stanovený kmitočet, výkon a druh vysílání. Zařízení s výkonem menším než 0,1 W nevyžadují ovšem povolení jen v případě, jde-li o sériově vyrobené stanice podle prototypu předem schváleného nebo dodatečně uznaného Správou radiokomunikací Praha. Tato zařízení musí být rovněž přihlášena k evidenci a provozovatel na nich nesmí provádět žádné změny. Na ostatní stanice s výkonem větším než 0,1 W, pokud byly zhotoveny individuálně (amatérsky) nebo sériově, avšak nikoli podle schváleného či uznaného prototypu, je třeba povolení jako dříve. Stanice dálkového ovládání se přihlašují k evidenci u orgánů Správy radiokomunikací, jimiž jsou odbočky Inspektorátu radiokomunikací v jednotlivých krajích (evidence místní). Pokud je na stanici o výkonu nad 0,1 W třeba povolení, vyřizují tyto orgány také žádosti o povolení (povolující místa).

Přihlášky k evidenci se zasílají na zvláštních trojdílných tiskopisech evidujícímu místu v kraji, v němž se bude zařízení převážně používat. Provozovatel vyplní průpisem všechny tři díly tiskopisu, dva z nich zašle doporučeně příslušné odbočce Inspektorátu radiokomunikací a třetí si ponechá jako dočasné potvrzení o splnění ohlašovací povinnosti. Evidující místo mu obratem vrátí druhý potvrzený díl tiskopisu (potvrzení o evidenci) jako trvalý doklad. Na sériově vyrobená zařízení, která se prodávají ve vybraných prodejnách, vyplňuje evidenční tiskopis prodejna, která sama zašle první a druhý díl příslušnému evidujícímu místu a třetí díl předá kupujícímu jako dočasné potvrzení. Potvrzení o evidenci jsou neprenosná. Převede-li provozovatel své zařízení na někoho jiného, musí vrátit své potvrzení tomu evidujícímu místu, které mu je vydalo a současně zaslat evidenční přihlášku vlastnoručně podepsanou novým provozovatelem. Tiskopisy přihlášky k evidenci mají k dispozici všechna evidující místa.

Je-li třeba povolení na vysílací zařízení dálkového ovládání s výkonem nad 0,1 W, uvede se v žádosti o povolení jméno a přesná adresa žadatele, technický popis a počet požadovaných zařízení,

jejich zapojení, požadovaný kmitočet, výkon, účel a způsob použití.

Přihlášky k evidenci (popř. žádost o povolení stanic dálkového ovládání) mohou podat jen osoby starší patnácti let, které mají občanský průkaz. Za osoby mladší však mohou podat přihlášku (žádost) rodiče nebo jejich zákonní zástupci.

Držitel stanice dálkového ovládání, který nebude mít ani potvrzení o její evidenci, ani platné povolení k jejímu zřízení a provozování, si musí vyžádat tzv. povolení k přechovávání, které uděluje podle zákona na všechny druhy stanic ministerstvo vnitra nebo orgán jím pověřený. Z pověření ministerstva vnitra mají od 1. 1. 1966 udělovat povolení k přechovávání stanic dálkového ovládání rovněž výše uvedená evidující a povolující místa.

Evidované a povolované stanice dálkového ovládání mohou pracovat na těchto kmitočtech:

27,12 MHz – s podmínkou, že žádná energie nesmí být vyzařována vně pásma rozloženého na  $\pm 0,6\%$  od stanoveného kmitočtu;

40,68 MHz – s přípustnou tolerancí  $\pm 0,1\%$  a s podmínkou, že žádná energie nesmí být vyzařována vně pásma rozloženého na  $\pm 0,2\%$  od stanoveného kmitočtu;

132,25 MHz – s přípustnou tolerancí  $\pm 0,1\%$  a s podmínkou, že žádná energie nesmí být vyzařována vně pásma 132,0 až 132,5 MHz.

Na uvedených kmitočtech se připouští zpravidla největší výkon 1 W. Ve všech případech je povoleno též modulování kmitočty do 30 000 Hz. Není-li vysílač řízen krystalem, má se vyzařování kontrolovat vlnoměrem.

Pokud jde o dosud nejužívanější kmitočtové pásmo (27,12 MHz  $\pm 0,6\%$ ) je třeba si připomenout, že ve dvou úsecích tohoto pásma (26,96 až 27,08 MHz a 27,16 až 27,28 MHz) pracují občanské radiostanice. Střed pásma, tzn. 27,09 až 27,15 MHz, je vyhrazen pro dálkové ovládání. Je však nutno si uvědomit, že nikde není možno spolehlivě vyloučit

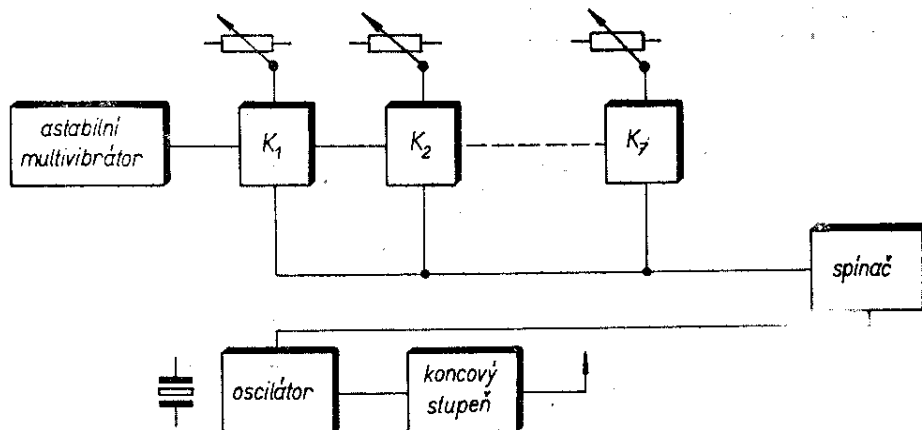


rušení souprav dálkového ovládání různými průmyslovými, vědeckými a lékařskými vř přístroji a zařízeními, po něž je celé toto pásmo ( $27,12 \text{ MHz} \pm 0,6 \%$ ) především určeno. Radiokomunikační řád (Ženeva 1959) výslovně stanoví, že radiokomunikační služby, jež chtějí v tomto pásmu pracovat musí počítat se škod-

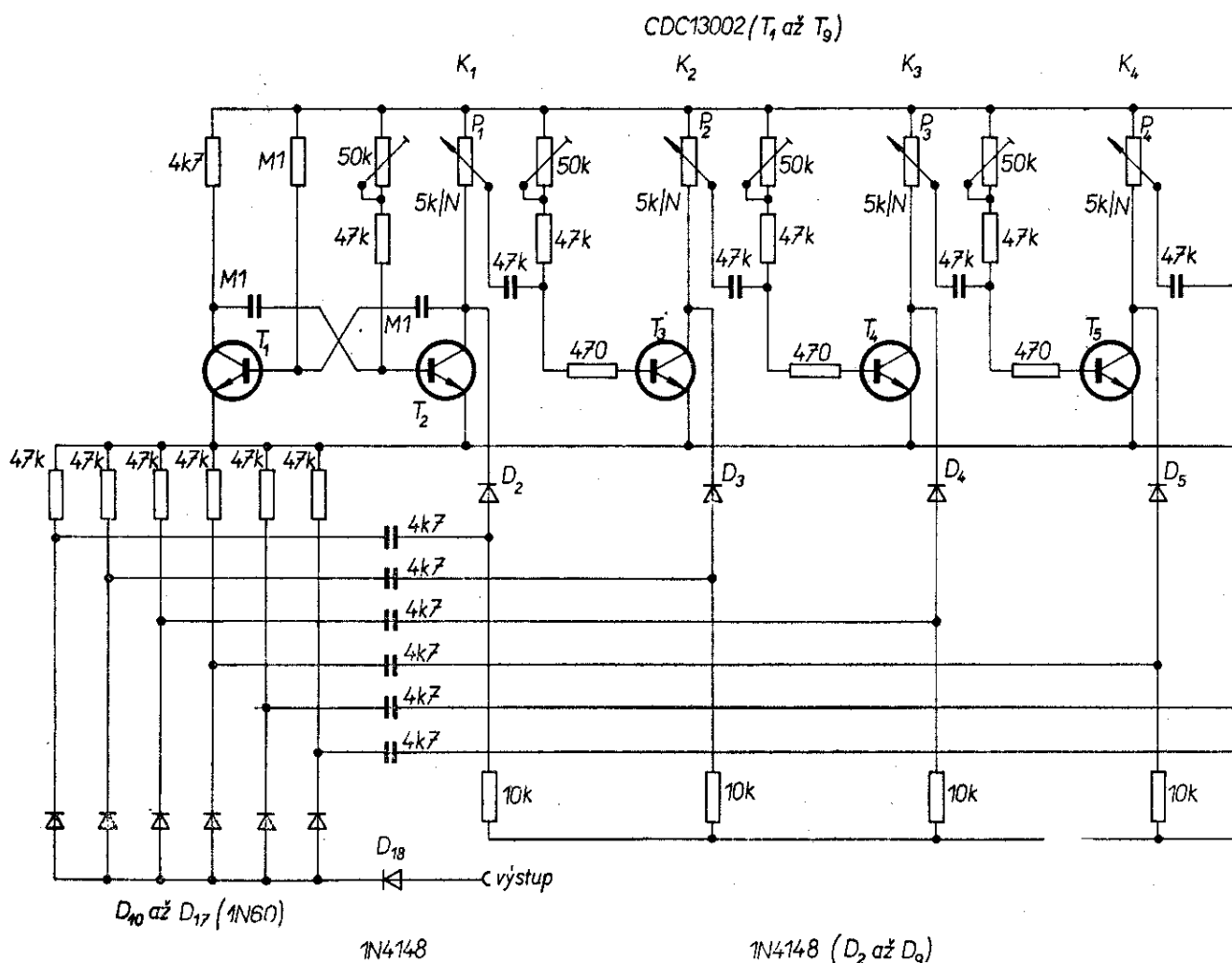
livým rušením, jež by mohla působit zařízení používaná k průmyslovým, vědeckým a lékařským účelům.

Evidujícími a povolujícími místy (inspektoráty radiokomunikací) jsou pro kraj

Středočeský a hlavní město Praha – Praha 2 – Vinohrady, Rumunská 12



Obr. 46. Blokové schéma vysílače Te-leprop



Jihočeský – České Budějovice, nám. 1. máje 5

Západočeský – Plzeň, Purkyňova 13

Severočeský – Ústí n/Labem, Brněnská 10

Východočeský – Hradec Králové, Mýtská 235

Jihomoravský – Brno, Beethovenova 4

Severomoravský – Ostrava 1, Revoluční 22

Západoslovenský – Bratislava, Drevená 8

Středoslovenský – Banská Bystrica,

Obráncov mieru 2

Východoslovenský – Košice, Rooseveltova 2

Pro obsluhu stanic dálkového ovládání se podle nových předpisů nevyžaduje vysvědčení o zvláštní zkoušce a za potvrzení o evidenci ani za povolení ke zřízení a provozování stanic dálkového ovládání se neplatí žádné poplatky.

## Příklady konstrukce souprav dálkového ovládání

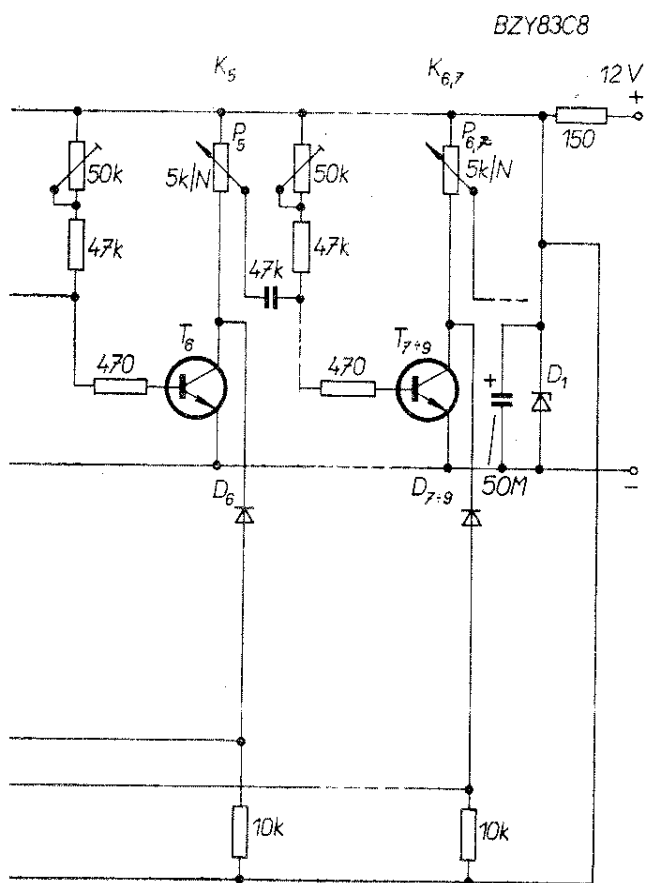
Mnoho zahraničních výrobců dodává na trh stavebnice RC souprav. Abychom umožnili čtenářům hlubší poznání továrních zapojení, probereme podrobněji několik typických souprav.

### Souprava Teleprop

#### Vysílač

Princip funkce je patrný z obr. 46. Vysílač může obsluhovat sedm servomechanismů. Rozsahem tedy plně odpovídá zařízení Grundig Tx 14 nebo Simprop Digi 7. Kódovací část (obr. 47) pracuje podle známého a v mnoha alternativách používaného principu. Multivibrátor s tranzistory  $T_1, T_2$  vyrábí pravoúhlé pulsy. Kmitočet multivibrátoru se dá jemně nastavit odporovým trimrem  $50\text{ k}\Omega$  v bázi  $T_2$ . Záporná derivace přední hrany pravoúhlého impulsu multivibrátoru spouští počítací řetězec a počítací články  $T_3$  až  $T_9$  dodávají pulsy proměnné šířky podle polohy běžce řídicích potenciometrů  $P_1$  až  $P_7$ . K přesnému nastavení základní šířky impulsu (běžec potenciometru ve středu – neutrální poloha ovládacího kniplu) slouží odporový trimr  $50\text{ k}\Omega$  vždy v bázi příslušného počítacího článku  $T_3$  až  $T_9$ . Vyrobené pulsy jsou derivovány a jejich část se odřezává. Oddělené pulsy se dále shromažďují na společném vedení, zesilují spínacím tranzistorem  $T_{11}$  a formují se. Tranzistor  $T_{11}$  vypíná oscilátor  $T_{10}$  a tím pulsy modulující signál (obr. 48).

Vlastní zapojení kódovací části obsahuje detaily, které mají určité přednosti proti jiným variantám kodérů. Předchozí typ (souprava Teleprop) měl již kruhový čítač (asi první svého druhu). Při vývoji tohoto typu soupravy se proto vycházelo již ze zkušeností s ním dosažených. Je-li však čítač tak jednoduchý, jak je vidět ze zapojení, potom lze očekávat různá překvapení. Proto bylo toto jednoduché zapojení označeno mnoha



Obr. 47. Kódovací část vysílače

autory za nespolehlivé. Z toho důvodu byl navržený kruhový čítač proměřen na laboratorním elektronickém počítači a bylo dosaženo těchto výsledků: pro změny napájecího napětí 10 až 15 V je změna časových hodnot menší než 0,1 %. Tento výsledek je desetkrát lepší, než je největší rozlišovací schopnost servomechanismu. Z toho je vidět, že i jednoduché obvody mohou být přesné a spolehlivé. Potřebují ovšem pečlivější montáž a nastavení. Dobrá činnost zapojení závisí na několika předpokladech:

1. Napájecí napětí pro logický díl je stabilizováno Zenerovou diodou.

2. Napohled poněkud nákladné odebrání signálních pulsů (z jednotlivých kolektorů) přes oddělovací obvody má své opodstatnění. Tímto způsobem se dosáhne dokonalého oddělení jednotlivých kanálů a proto je vzájemné zpětné působení kanálů odstraněno.

3. Všechny řídicí a doladovací potenciometry mají malý odpor, tzn. mají tlustší odporovou vrstvu a tím jsou odolnější proti otírání. Také jejich teplotní součinitel je podstatně menší než u potenciometru s velkým odporem dráhy.

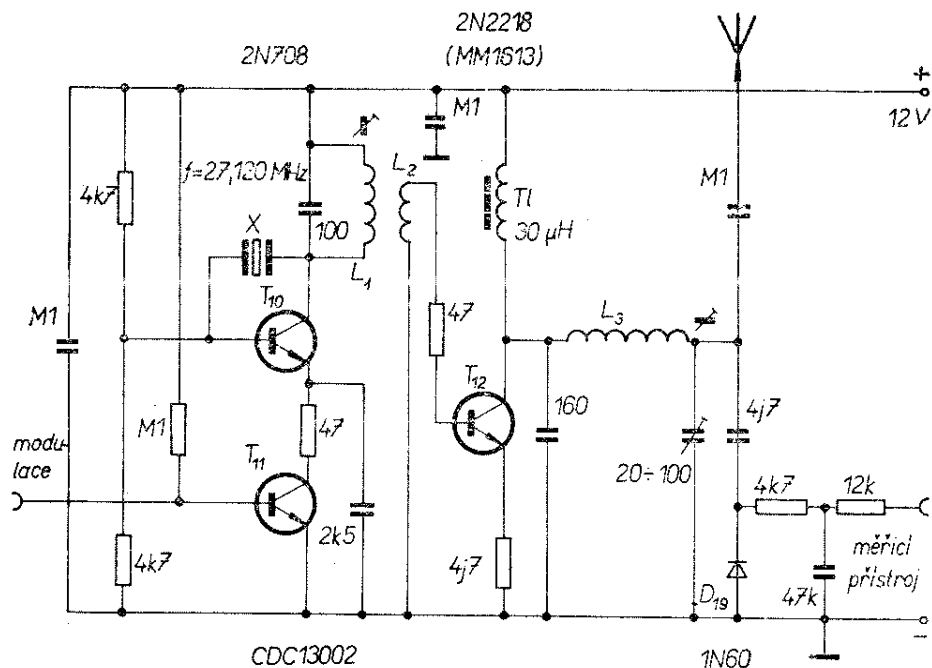
4. K odstranění rušivých pulsů, které se v jednoduchých čítačích mohou vytvořit za čtvrtým stupněm, jsou v bázích tranzistorů  $T_3$  až  $T_9$  předřadné odpory 470  $\Omega$ . Tím jsou rušivé pulsy tlumeny, aniž by byl použit dodatečný blokovací

kondenzátor, který je jednak drahý a jednak může vytvářet nežádoucí zaoblení hrany impulsu.

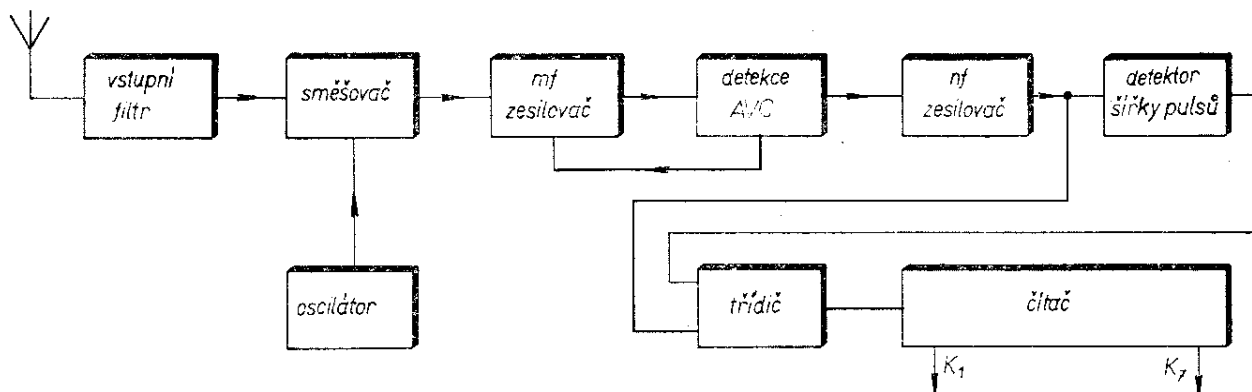
Vysokofrekvenční část (obr. 48) je postavena rovněž co nejjednodušeji. Spínací tranzistor  $T_{11}$  v emitorovém obvodu oscilátoru  $T_{10}$  vypíná oscilátor v době oddělovacích mezer mezi jednotlivými pulsy. Blokovací kondenzátor 2,5 nF působí jako Müllerův integrátor, který zaobluje náběžné hrany pulsů – signál vysílače má malou šířku pásma. Anténa se elektricky prodlužuje cívkou. K přizpůsobení zátěže ke koncovému stupni slouží článek II. Anténa se elektricky prodlužuje proto, aby byl dosažen lepší poměr vyzařovacího odporu ke ziráťovému (uzemňovacímu) odporu. Výkon vysokofrekvenčního dílu na přizpůsobené činné zátěži je asi 650 mW. Účinnost antény je asi 30 %. Dosažená síla pole je srovnatelná nebo částečně i vyšší než u jiných souprav.

Při stavbě jsou použity hotové montované a předem nastavené ovládací agregáty s řídicí pákou. Obvody se doladují („trimují“) zvláštními potenciometry. Ovládací potenciometry  $P_1$  až  $P_7$  jsou keramické a jsou maximálně spolehlivé.

Vysílač se dodává ve formě kompletní stavebnice, v níž jsou všechny mechanické i elektrické prvky, pouzdro, hotové smontované a nastavené ovládací agregáty, deska s plošnými spoji, anténa a



Obr. 48. V<sub>f</sub> část vysílače Teleprop



Obr. 49. Blokové schéma přijímače Teleprop

měřicí přístroj. Ke stavebnici je dodáván i stavební popis a přesný stavební plán. Stavebnice je vybavena tak, že si zařízení může postavit i úplný laik.

### Přijímač Teleprop

Podobně jako vysílač může být i přijímač digitálního zařízení postaven velmi jednoduše. Je však nutné zvolit nejoptimálnější řešení. Pro poměrně úzkopásmový signál postačí jednoduchý mezifrekvenční zesilovač, kde se všechny stupně ladí na maximum. Vysokofrekvenční předzesilovač je zbytečný, použijeme-li na směšovací stupni kvalitní vysokofrekvenční tranzistor, který má velkou směšovací strmost a malou zpětnovazební kapacitu. K dekódování lze použít buď čítač z bistabilních klopných obvodů a s diodovými hradly nebo čítač ze čtyřvrstvových diod.

Podle blokového schématu (na obr. 49) nejdříve popíšeme funkci celého přijímače a potom vysvětlíme jednotlivé obvody. Vysokofrekvenční signál z antény přichází na rezonanční obvod a odtud přímo na bázi směšovacího tranzistoru. Spolu se signálem z oscilátoru vytváří na směšovacím stupni napětí mezifrekvenčního kmitočtu. Kmitočet oscilátoru je řízen krystalem. Mezifrekvenční signál se zesiluje ve dvoustupňovém mezifrekvenčním zesilovači. Stupeň s tranzistorem  $T_5$  detekuje vysokofrekvenční signál a vytváří regulační napětí pro AVC. Detekovaný signál se zesiluje a formuje. Dvěma cestami postupuje až na čítač se čtyřvrstevnými diodami. Jedna cesta vede přímo na čítač a druhá do obvodu pro „rozpoznání“ synchronizace –

do detektoru šířky impulsu. Synchronizační obvod nastavuje čítač se čtyřvrstevnými diodami vždy před začátkem skupiny pracovních pulsů do nulové polohy. Ve vysílaném signálu tvoří synchronizaci další oddělovací mezera mezi skupinami pracovních pulsů. Detektor šířky pulsů musí proto tuto synchronizační mezera „poznat“ a vynulovat čítač. Pracovní pulsy nabíjejí kondenzátor v detektoru šířky impulsu na malé napětí; v synchronizační mezeře se kondenzátor nabije na mnohem větší napětí. Obvod detektoru šířky impulsu na toto zvětšené napětí reaguje a uvede se v činnost. Tím je připraven čítač pro přijetí (roztřídění) další skupiny pracovních pulsů, které jsou do něj přiváděny přes tranzistor  $T_{11}$ . Z jednotlivých stupňů čítače odcházejí roztříděné pracovní pulsy pro servo zesilovač. Tvar výstupních pracovních pulsů z čítače je přesně shodný s pulsy vyrobenými v kódovací části vysílače.

K vysvětlení činnosti jednotlivých celků přijímače se musíme podívat na schéma (obr. 50). Vysokofrekvenční signál z antény přichází přes dva vázané rezonanční obvody na bázi směšovacího tranzistoru. Takto zapojené rezonanční obvody se často označují jako pásmová propust (původně se toto zapojení používalo v amerických zařízeních). Toto označení však není zcela správné. Místo „pásmová propust“ měl by se obvod označovat spíše jako „jednoduché sériové zapojení dvou rezonančních obvodů“. Jeho vlastnosti jsou však tak dobré, že se jím dosáhne zrcadlové selektivity až 30 dB. Oscilátor je v obvyklém zapojení s krystalem, pracujícím v sériové rezonanci. Podle výsledků dosažených mě-

Vysokofrekvenční signál se detekuje ve stupni s tranzistorem  $T_5$ . Z tohoto stupně se též odebírá regulační napětí pro AVC. Zapojení stupně vychází ze zapojení přijímače Kraft a používá se např. i v zařízení Simprop, Microprop, Microavionix aj. Je velmi jednoduché a přitom značně účinné. Regulační napětí se prakticky mění o celé kolektorové napětí tranzistoru  $T_5$ . Je nanejvýš důležité, že regulace nasazuje velmi brzy. Pro digitální zařízení je podle výsledků měření nejvhodnější, když regulace začne působit již tehdy, kdy signál nemá ještě takovou úroveň, aby vybudil dekodér (čítač). Tím se zamezí vzniku zákmitů, které by vedly k nežádoucímu chvění servo-

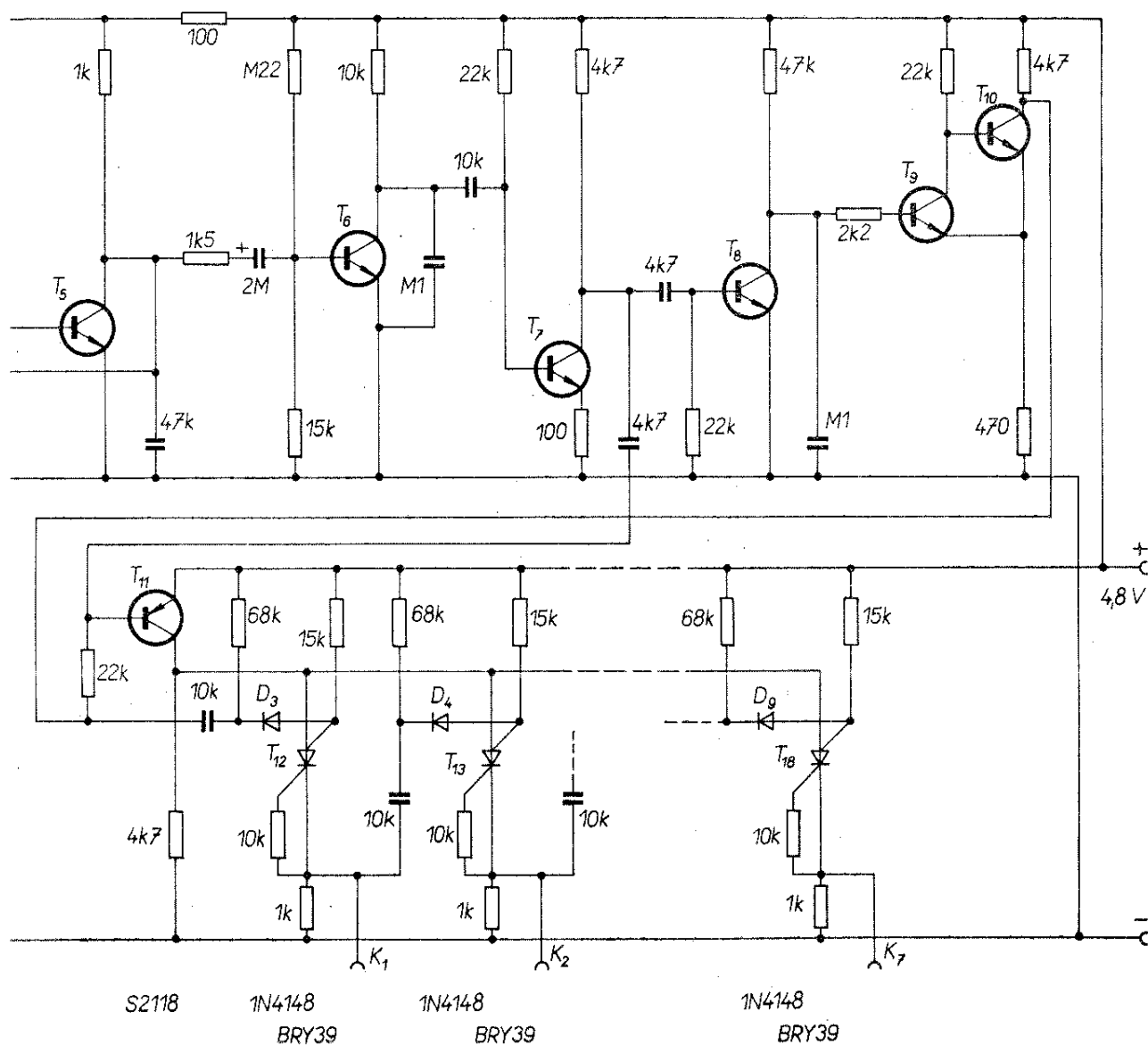


mechanismů. Stupeň s tranzistory  $T_6$  a  $T_7$  zesiluje signál a formuje pulsy na konstantní výšku a šířku. Kondenzátor v obvodu kolektoru  $T_6$  integruje signál a tím dostatečně potlačuje vzniklé šumové špičky a zákmity.

Diodové omezovače, Schmittovy obvody a jiné obvody, formující pulsy jsou funkčně mnohem horší (nebo přinejmenším stejné) než tento jednoduchý obvod. Důležité je poznamenat, že napájecí napětí pro vysokofrekvenční i mezifrekvenční díl a rovněž pro demodulační díl je stabilizováno Zenerovou diodou na 3,3 V. Tím je zaručena dobrá stabilita i při značně vybitých bateriích.

Stupeň s tranzistory  $T_8$ ,  $T_9$  a  $T_{10}$  tvoří obvod pro „rozpoznání“ synchronizační mezery – je to tzv. detektor šířky impulsu. Kladný impuls (pracovní) přiváděný přes kondenzátor 4,7 nF na bázi tranzistoru  $T_8$  tranzistor otevře. Začne se vybíjet kondenzátor 0,1  $\mu$ F v obvodu kolektoru tranzistoru  $T_8$ . Kondenzátor se v krátkých mezerách mezi pracovními pulsy nabíjí přes odpor 47 k $\Omega$ . Protože mezery mezi pracovními pulsy jsou velmi krátké (asi 300  $\mu$ s), nemůže se kondenzátor nabít na dostatečné napětí. Úroveň napětí na kondenzátoru je stále nízká, neboť se kondenzátor pracovními pulsy vybíjí přes  $T_8$ . V synchronizační mezere, která následuje za skupinou pra-

6x CDC13002



covních pulsů, se však kondenzátor nabije na plné napájecí napětí.

Schmittův obvod s tranzistory  $T_9$  a  $T_{10}$  je přes odpory 22 k $\Omega$  a 47 k $\Omega$  připojen na kladné napětí. Tranzistor  $T_9$  je v klidu otevřen a tranzistor  $T_{10}$  zavřen. Příchodem kladného impulsu (pracovního) se tranzistor  $T_8$  otevře, tím se zmenší kladné předpětí pro  $T_9$  a Schmittův obvod se překlápí. V krátkých mezerách mezi pracovními pulsy se sice kladné předpětí pro  $T_9$  zvětšuje, nedosáhne však takové velikosti, aby se Schmittův obvod překlápil zpět. Teprve při dlouhé synchronizační mezeře je kladné předpětí tak velké, že se Schmittův obvod překlápí do původního stavu. Výstupní impuls ze Schmittova obvodu se galvanickou vazbou dostává přímo na bázi spínacího tranzistoru  $T_{11}$ . V synchronizační mezeře má  $T_{11}$  přes odpory 4,7 k $\Omega$  a 22 k $\Omega$  kladné předpětí ( $T_{10}$  je otevřen) a zavře se. Během série pracovních pulsů má  $T_{11}$  záporné předpětí (přes odpor 22 k $\Omega$ ) a tím je otevřen. Tranzistor  $T_{11}$  je řízen i přes kondenzátor 4,7 nF z obvodu kolektoru tranzistoru  $T_7$ . Každý kladný impuls (pracovní) z tohoto obvodu zavře na krátký čas  $T_{11}$ .

Způsob činnosti čítače se čtyřvrstvomými diodami bude popsán pouze krátce. Přes tranzistor  $T_{11}$  dostává čítač kladné provozní napětí pro kolektory  $T_{12}$  až  $T_{18}$ . Záporný impuls z tranzistoru  $T_7$  zapíná přes kondenzátor 10 nF a diodu  $D_3$  první stupeň čítače. Tím vzniká na pracovním odporu  $T_{12}$  (1 k $\Omega$ ) kladné napětí (pokud vede  $T_{12}$ ). Po příchodu druhého pracovního impulsu  $T_{12}$  ještě vede. Zavírá se však krátkodobým přerušením kladného napětí. Toto přerušení obstarává  $T_{11}$ . Kondenzátor 10 nF, připojený ke katodě  $T_{12}$ , se začne nabíjet přes 68 k $\Omega$  a přivede tím skokem přes diodu  $D_4$  záporné napětí na ovládací elektrodu  $T_{13}$ . Mezitím dozněl zhášecí impuls (přerušené kladné napájecí napětí),  $T_{13}$  se otevře. Tím se dostává kladný impuls (pracovní) na druhý servozesilovač. Tento průběh se postupně opakuje až k poslednímu čítačovému stupni stejným způsobem až do synchronizační mezery, která průběh ukončí a zavře všechny stupně čítače. Tím je čítač vynulován a připraven k roz-

dělení další skupiny pracovních pulsů. Řídicí kondenzátor 4,7 nF spolu s odporem 100  $\Omega$  („zhášecí článek“) u  $T_7$  má podstatně kratší časovou konstantu než kondenzátory 10 nF a odpory 68 k $\Omega$  („zapalovací články“).

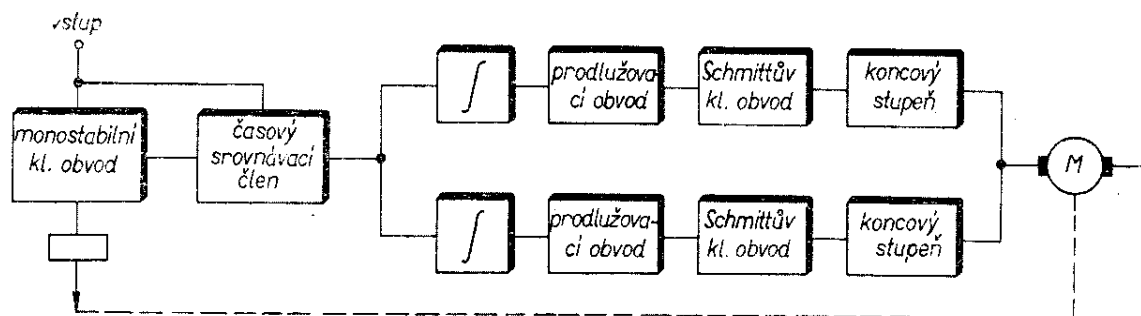
Zapojení přijímače má jen velmi malé odchylky od zapojení přijímače Kraft, Simprop nebo Microprop. Dekodér (čítač) se čtyřvrstvomými diodami má vzhledem k dekodéru konstruovanému z bistabilních klopných obvodů jednu nepřímou vlastnost. Rušivým signálem dojde k tomu, že vysadí detektor šířky impulsu (nezaregistruje synchronizační mezeru), tím není správně nastaven do výchozí polohy čítač a na výstupu prvního stupně čítače se objeví kladný pracovní impuls. Tím se uvede v činnost servozesilovač a servomechanismus se nastaví do jedné z krajních poloh. Tento jev však lze vhodnou úpravou udržet „na uzdě“. Přesto je však účelné připojit na první kanálový výstup servomechanismus pro některou podřadnější funkci.

Přijímač se dodává jako kompletní stavebnice, která velmi ulehčuje stavbu zařízení.

#### *Servomechanismus – servozesilovač*

Servozesilovač je zapojen čistě digitálně. I když oproti analogovým servozesilovačům (Grundig Tx 14, Simprop, Digi 4) je náklad na stavbu digitálního servozesilovače zhruba o 30 % větší, je výhodné ho použít. Protože se stále více vyskytuje otázka, zda je vhodnější analogové nebo digitální servo, ukážeme zde na malém názorném příkladu přednost digitálního zařízení před analogovým. Předpokládejme například, že máme těžký ocelový nosník někam umístit s přesností na milimetr. Pokusíme se velkou silou tento nosník do určené polohy posunout. Nepostačí-li naše síla, potom přizveme pomocníky, budeme neustále stupňovat sílu (analogová veličina), až budeme mít k dispozici tak velkou energii, která těžkým ocelovým nosníkem pohne a bude ho přestavovat do žádané polohy. Ovšem při posouvání břemena se nepodaří tak velkou energii okamžitě (v žádané poloze) „zastavit“ a břemeno žá-





Obr. 51. Blokové schéma servomechanismu Teleprop

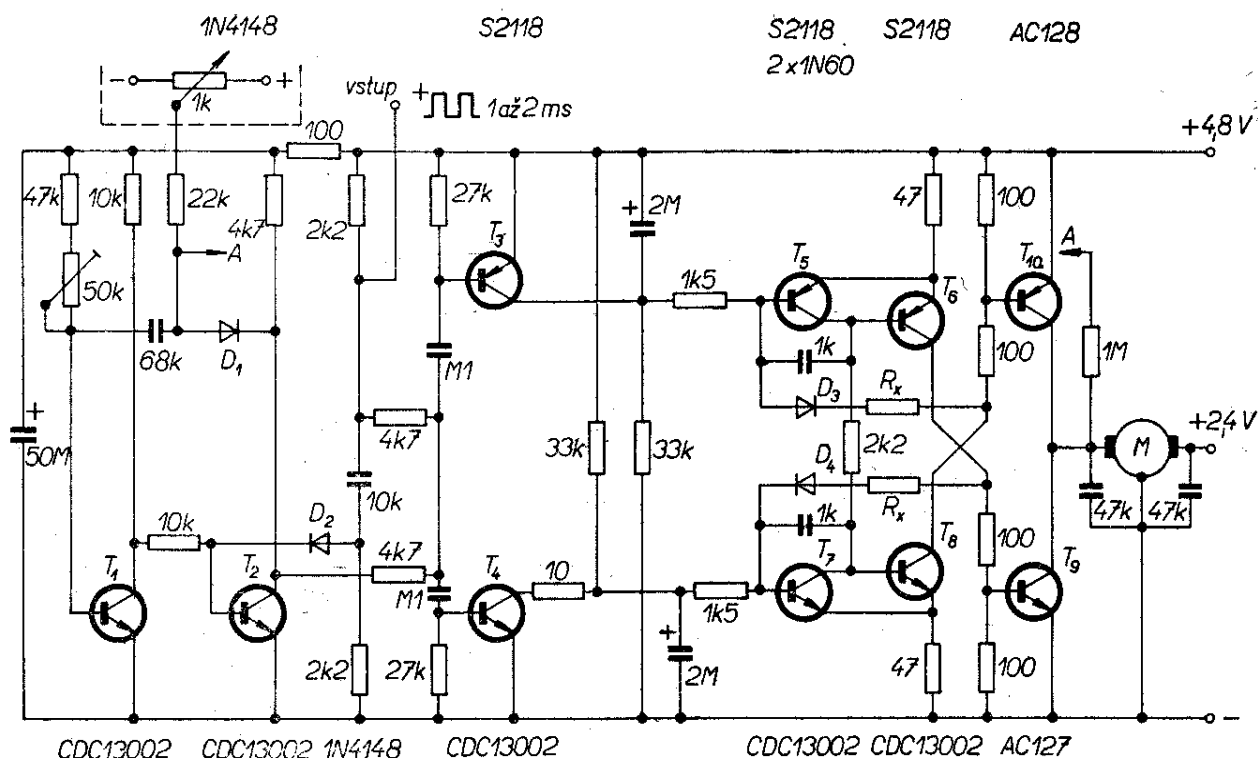
danou polohu „přejede“. Tatáž práce se dá udělat tím, že jediný pracovník bude krátkými, silnými údery velkým kladivem posouvat břemeno na určené místo. Břemeno se posouvá velmi krátkými úseky dráhy a dosáhne proto přesně žádaného místa (digitální řízení).

Podívejme se opět na blokové schéma obr. 51. Z vysílače přichází impuls s proměnnou šířkou. V přijímači se tento impuls opět zformuje tak, aby měl stejný tvar jako na výstupu vysílače. V tomto stavu je přiveden na vstupní svorky servozesilovače. Svoji přední hranou spustí monostabilní klopný obvod. Na výstupu klopného obvodu se objeví záporný impuls. Oba pulsy (ovládací i „vyrobený“) se přivedou na porovnávací obvod. Jsou-li oba pulsy stejně dlouhé, nevznikne žádné rozdílové napětí a servomechanismus zůstává ve stejné poloze. Mají-li pulsy rozdílnou šířku, potom vzniká záporný nebo kladný „zbytkový“ impuls. Tento zbytkový impuls řídí spínací tranzistory, a to vždy ten, který reaguje na příslušnou polaritu impulsu. Za těmito spínacími stupni se impuls „roztáhne“ do pilovitěho tvaru. Při určité napěťové úrovni pilovitěho impulsu sepne následující Schmittův obvod a zapne nebo vypne koncový stupeň servozesilovače. Při sepnutí koncového stupně se rozběhne motor servomechanismu, pouze však tak dlouho, jak dlouho je sepnut Schmittův obvod. Napěťová úroveň pilovitěho impulsu se velmi rychle zmenšuje a koncový stupeň se zavírá asi po 5 až 10 ms. Motor se zastaví. Přejde-li v další sérii pracovních pulsů opět rozdílový impuls, motor se opět rozběhne. S hřídelem motoru

je přes převody spojen řídicí potenciometr, který se při pohybu motoru natáčí souhlasným směrem. Na poloze běžce řídicího potenciometru je pochopitelně závislá šířka impulsu monostabilního klopného obvodu. Při pohybu běžce potenciometru se šířka impulsu mění a mění se tak dlouho, pokud není srovnatelná s šířkou ovládacího impulsu. Potom se motor přestane otáčet, protože nevzniká žádný rozdílový impuls. Motor je napájen krátkými proudovými pulsy, tedy stejně jako v předchozím příkladu. Zastavuje se tehdy, dosáhne-li řídicí páka servomechanismu žádané polohy (podle polohy řídicího kniplu vysílače).

Schéma zapojení servozesilovače je na obr. 52 a neobsahuje žádné zvláštnosti. Je to v podstatě zapojení, které bylo zveřejněno v *Microavioniku* před čtyřmi lety. V některých detailech je zlepšené. Monostabilní klopný obvod osazený tranzistory  $T_1$  a  $T_2$  je buzen ovládacími pulsy přes kondenzátor 10 nF. Spínací tranzistory  $T_3$  a  $T_4$  vybíjejí kondenzátory  $C_6$  a  $C_7$ . Vznikající pilovité napětí řídí Schmittův obvod  $T_5$ ,  $T_6$  a  $T_7$ ,  $T_8$ . Koncové stupně servozesilovače jsou blokovány (je-li sepnut jeden koncový stupeň, nemůže být sepnut druhý a naopak). Zcela nepatrná, ale důležitá změna je v zařazení odporů v emitorech  $T_6$  a  $T_8$  (4,7  $\Omega$ , změnou se dosáhlo mnohem jemnějšího chodu servomechanismů).

Pro dobrou funkci servomechanismů je stejně důležitá elektronika, jako mechanika. Protože mechanická stavba těchto dílů je v amatérských podmínkách téměř nemožná, byly pro toto zařízení použity osvědčené mechanické celky, a to



Obr. 52. Schéma zapojení servomechanismu Teleprop  
(odpory 47  $\Omega$  v emitorech  $T_5$  a  $T_8$  mají být správně 4,7  $\Omega$ )

servomechanismy Orbit a Simprop Digi. Pro obě serva jsou dodávány hotové stavebnice.

Sladění přístrojů musí být naprosto přesné. Většina amatérů však nemá potřebné měřicí přístroje. Mají-li však být přístroje přesně naladěny, neobejdeme se bez dobrého vysokofrekvenčního osciloskopu. S pomocnými přístroji, s jejich vzájemným využitím nebo postavením pomocných dílů je možné naladit další díly. Pro amatéra je to však příliš mnoho komplikací. Proto v ceně stavebnice Teleprop je zahrnuto také sladění a nastavení. Ti, kteří postaví soupravu ze zakoupené stavebnice, mohou bez dalších finančních nákladů (kromě poštovního) poslat postavenou soupravu výrobci, který ji naladí a nastaví. Jsou-li přístroje správně a bez chyby postaveny, je naladění bezplatné. Výrobce naladí i chybně postavené a zapojené přístroje, ovšem hledání a odstraňování chyb účtuje.

Tato souprava je konstruována tak, že ji lze spojovat i s jinými výrobky. Lze ji kombinovat např. s přístroji Kraft, Multiplex, Simprop, Digi 2 nebo Digi 5,

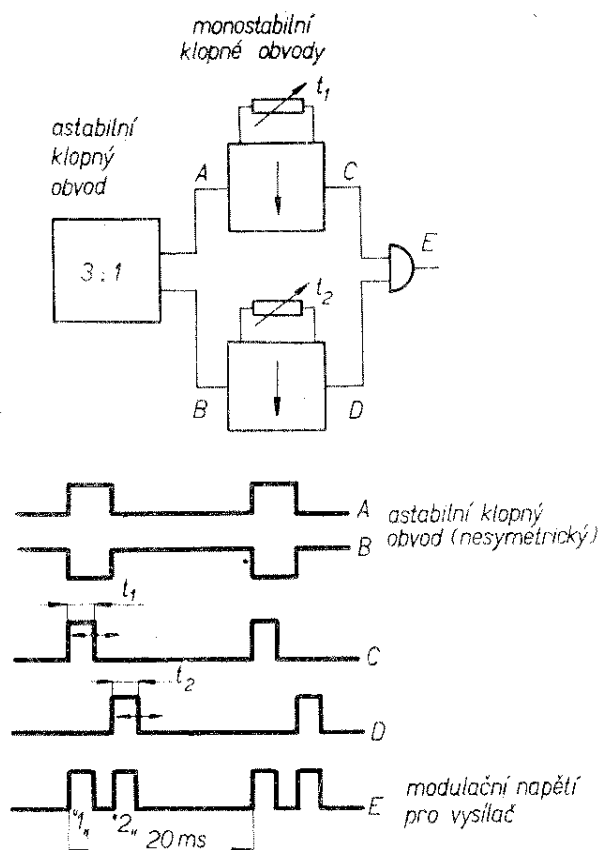
Orbita apod. Je též možné používat a vzájemně spojovat i jednotlivé přístroje. Např. lze spojit přijímač Kraft s vysílačem Teleprop nebo použít servomechanismy Teleprop v soupravě Multiplex atd.

Stavebnice je dodávána nejen jako celek (celá souprava), ale i jako stavebnice jednotlivých dílů soupravy.

### Proporcionální digitální souprava pro ovládání dvou servomechanismů

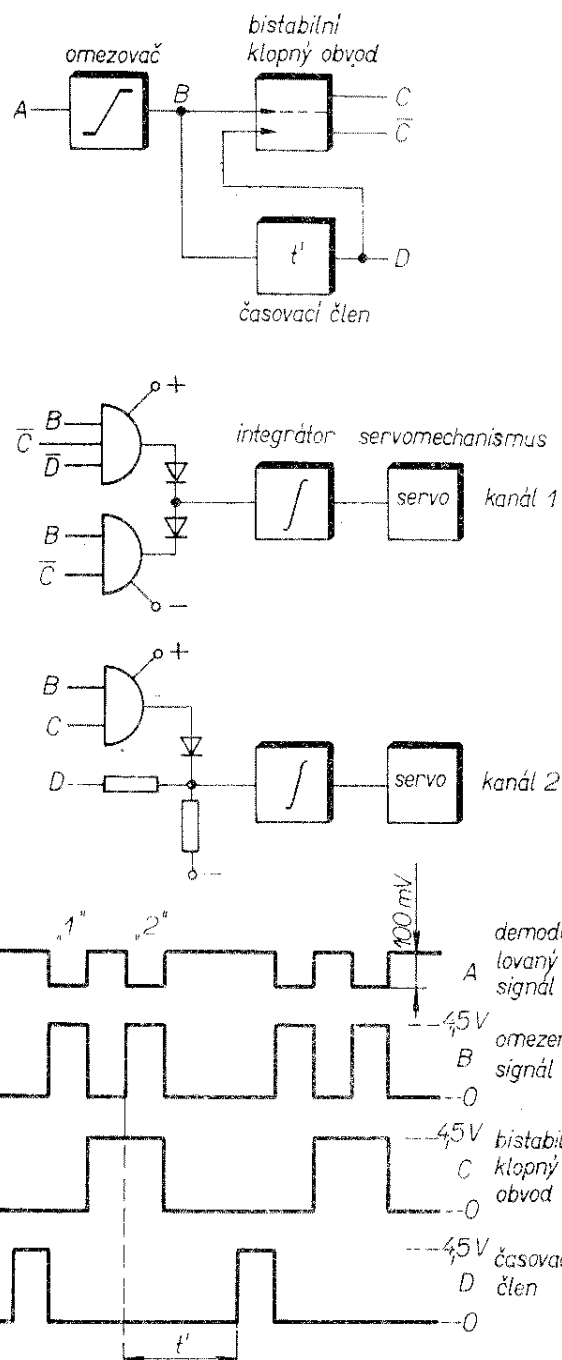
Tato RC souprava je amatérskou konstrukcí dipl. ing. Gerstlauer. Při konstrukci si autor dal jako základní požadavek jednoduchost a tím i laci. Omezil se proto pouze na ovládání dvou prvků a soupravu předurčil pro ovládání větroňů.

Je použita šířková modulace pulsů. Obě potřebné informace (dva servosystémy) jsou přenášeny dvojicí po sobě jdoucích pulsů. Potom na přijímací straně postačí bistabilní klopný obvod, který je překlápěn přicházejícími pulsy (obr. 53a). Blokové schéma rozdělení signálu



Obr. 53. Blokové schéma a diagram pulsů dekódovací části (a nahoře, b vpravo)

dvou kanálů (přes diodová hradla) je na obr. 53b. Synchronizace v použitém systému je založena na tom, že časový rozestup mezi začátkem (přední hranou) impulsu „1“ a začátkem impulsu „2“ je menší než časový rozestup mezi začátkem (přední hranou) impulsu „2“ a začátkem impulsu „1“ nové série viz (obr. 53b). Tato dodatečná informace (synchronizační) se využívá v přijímači tak, že přijímaný signál řídí časový člen. Přední hranou impulsu „1“ se obvod překlápí a zpět do výchozí polohy se překlápí po čase  $t'$  (čas  $t'$  je delší než časový rozestup mezi náběhovými hranami pulsů „1“ a „2“). Tím řídí časový člen bistabilní klopný obvod a zaručuje správné třídění pulsů. Tato koncepce a zvolený druh modulace určují tvar vysílaného signálu a tím i techniku kódovací části a modulátoru vysílače. V tomto případě jsou obvody vysílače velmi jednoduché. Obecně lze říci, že při použití systému jednoduchého číslicového přenosu je vysílací



strana velmi jednoduchá, naproti tomu strana přijímací je značně složitá. Je na konstruktérovi, aby zvolil nejúčelnější zapojení a tím omezil nevýhodu velké váhy zařízení na přijímací straně.

### Technika zapojení

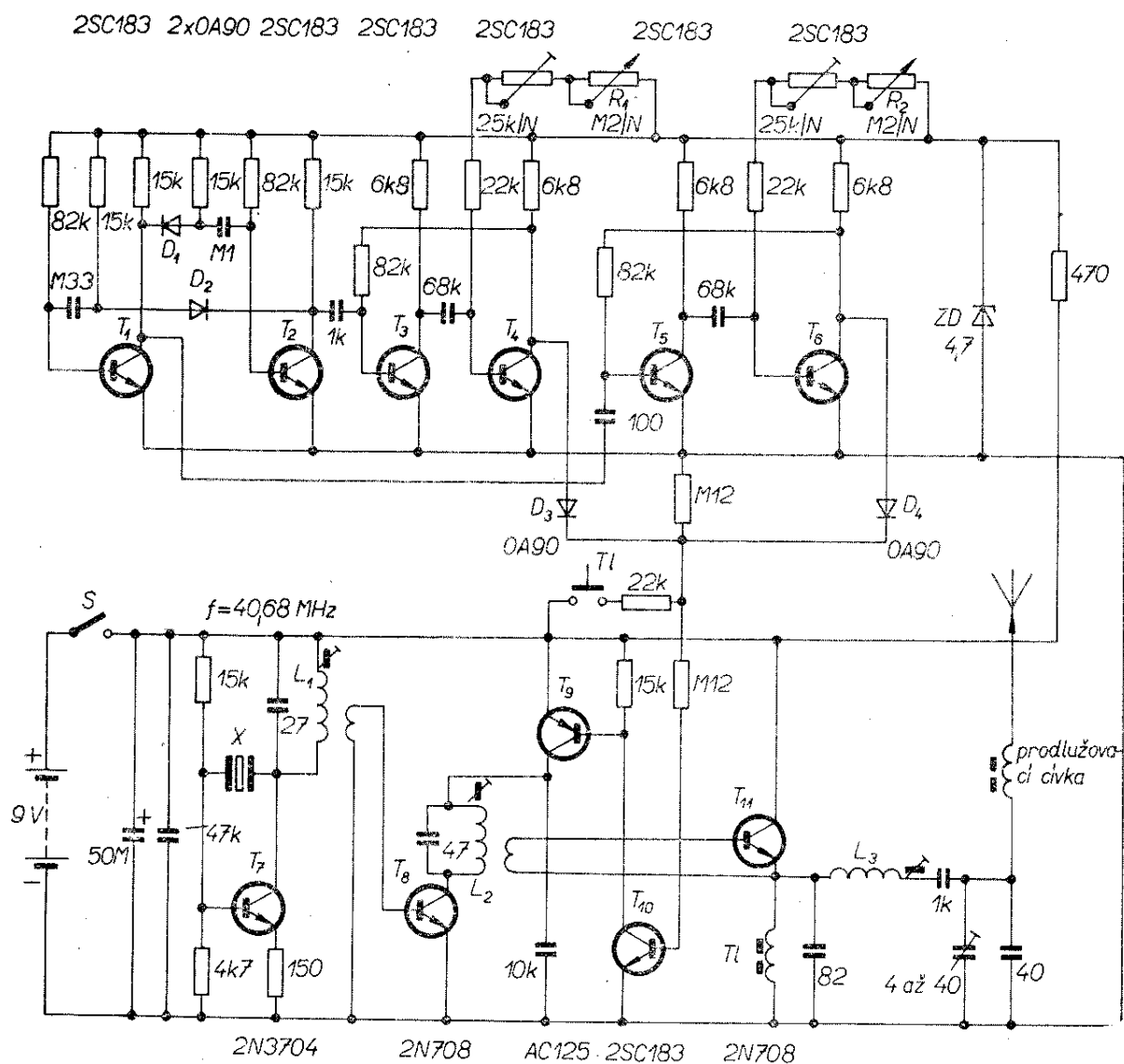
Moderní stavební prvky poskytují možnost stavby velmi jednoduchých a provozně spolehlivých zařízení. Křemíkové tranzistory dovolují konstruovat velmi stabilní a objemově malá zařízení.

Zapojení zesilovačů je stabilní i při velkých změnách pracovních teplot i napájecího napětí (stačí k tomu pouze stabilizace velkým odporem v bázi). Uplatňuje se jen vliv zbytkového proudu přechodu kolektor – báze; u křemíkových polovodičů se při zvýšení okolní teploty o 10 °C zvětší  $I_{CB0}$  asi třikrát.

### Vysílač

Vysílač se skládá z vysokofrekvenční části a impulsní části (obr. 54). Řídicí nesymetrický multivibrátor  $T_1, T_2$  kmitá na kmitočtu asi 50 Hz. Má dobrou kmitočtovou stabilitu. Náběhová hrana kladného impulsu ovládá postupně oba monostabilní multivibrátory  $T_3, T_4$  ( $T_5, T_6$ ).

Doba zpětného překlpení do výchozí polohy je u monostabilních multivibrátorů téměř lineární funkcí proměnných odporů  $R_1$ , popř.  $R_2$ . Trimry 25 kΩ slouží k nastavení počáteční délky impulsu (odpovídá neutrálu servomechanismu). Pulsy z obou monostabilních multivibrátorů jsou přes hradlo „nebo“ (OR) přivedeny na spínací část. Spínací část  $T_9, T_{10}$  přepíná impulsně napájecí napětí pro oddělovací stupeň vysílače. Vysokofrekvenční část vysílače je třístupňová. Skládá se z krystalem řízeného oscilátoru, oddělovacího a koncového stupně. Tranzistor  $T_{11}$  koncového stupně je opatřen chladičím žebrovanou plochou. Měřicí přístroj indikuje vysokofrekvenční antenní napětí a tím nepřímo kontro-



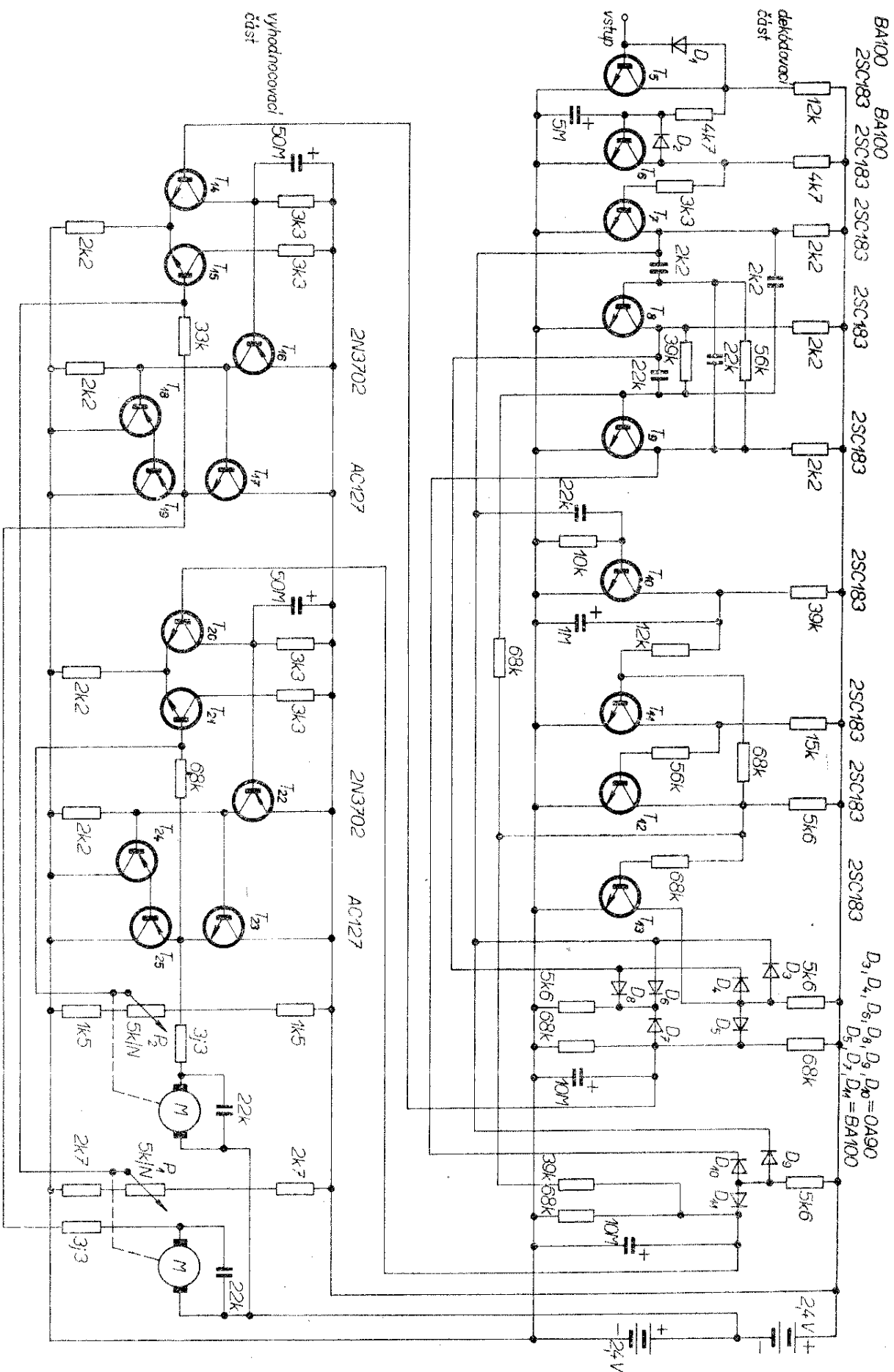
Obr. 54. Vysílač stovebnice ing. Gerstlauer

## Konstrukce vysílače

Ovládací potenciometry  $R_1$  a  $R_2$  jsou konstrukčně uspořádány v křížový ovládací knipl. Dráha běžců potenciometrů z jedné krajní polohy do druhé je asi  $60^\circ$ .

*Přijímač*

*Obr. 55. Stavebnice přijímače*



Obr. 56. Dekódovací a vyhodnocovací části přijímače stavebnice

Směšovač má v obvodu kolektoru člen RC k potlačení pracovního kmitočtu (40,680 MHz). Meziřekvenční kmitočty 455 kHz není však tímto filtrem potlačován. Oscilátor  $T_2$  je zapojen běžně. Oscilační napětí pro směšovací stupeň je asi 200 mV (na emitoru  $T_1$ ). V meziřekvenčním zesilovači je použito účinné AVC. Dodatečným omezením kolektorového napětí dosáhneme omezení nf napětí při vstupním napětí v rozmezí 3  $\mu$ V až 100 mV. Pro digitální vyhodnocení (obr. 56) omezuje nejdříve tranzistor  $T_5$  nf signál na špičkové napětí 1 V. Dále zapojený člen RC potlačuje vf kmitočty, který se projevuje především jako krátké rušivé pulsy. Nf signál se dále zesiluje a omezuje ve stupních  $T_6$  a  $T_7$  na špičkové napětí 4,5 V. Bistabilní klopný obvod  $T_8$ ,  $T_9$  je ovládán časovacím členem kapacitní vazbou. Časovací člen se skládá z tranzistoru  $T_{10}$  a následujícího Schmittova obvodu  $T_{11}$ ,  $T_{12}$ . Při každé kladné změně signálu (impulsu) se  $T_{10}$  otevře a vybijí kondenzátor časovacího článku v obvodu kolektoru tak dlouho, než přijde další impuls. Kondenzátor časovacího článku se nabíjí přes kolektorový odpor 39 k $\Omega$ . Dosáhne-li nabíjecí napětí na kondenzátoru velikosti překlápěcího napětí Schmittova obvodu, překlápí jej. Výstup Schmittova obvodu ovládá bistabilní klopný obvod s tranzistory  $T_8$ ,  $T_9$ . Pulsy se rozdělují na příslušné kanály diodovými hradly. Výstup diodových hradel je připojen přímo na integrační kondenzátory. Ovládací napětí (na integračním kondenzátoru) pro zesilovače servomechanismů je 2,4 V  $\pm$  0,3 V. Tranzistor  $T_{13}$  zabezpečuje vynulování obou kanálů, není-li přítomen ovládací signál, nebo je-li vysílán pouze nosný kmitočet (bez informace).

Přijímač lze konstruovat jako jeden celek spolu se servozesilovači a při použití miniaturních součástek se vejde na dvě destičky o rozměrech 32  $\times$  37 mm. Stísněná konstrukce klade samozřejmě vyšší nároky na montáž. Servomechanismy jsou postaveny na destičce 40  $\times$  60 mm. Používají se motory Micro-TO5 s převodem 1:485. Třecí spojka je nastavena na tah 200 p. Pracovní rozpětí je  $\pm$  30°. Motory jsou dokonale odrušeny.

## OBSAH

	str.
Hračky pro dospělé . . . . .	1
Dálkové ovládání modelů . . . . .	2
Druhy provozů . . . . .	3
Sedmikanálová simultánní souprava . . . . .	6
Šestikanálová souprava Kraft Prop Control . . . . .	12

## Konstrukce

Přijímač soupravy dálkového ovládání . . . . .	18
Přijímač RC-P1 (27,12 MHz) . . . . .	18
Přijímač RC-P2 (40,68 MHz) . . . . .	24
Superhet pro pásmo 27 MHz . . . . .	25
Obvody pro třídění povelů . . . . .	25
Konstrukce selektivního zesilovače . . . . .	31
Vysílač RC-V1 (27,12 MHz) . . . . .	34
Vysílač RC-V2 (40,68 MHz) . . . . .	40
Vysílač pro 27,12 MHz s modulací koncového stupně . . . . .	42
Vysílač pro pásmo 40,68 MHz s germaniovými tranzistory . . . . .	43
Modulátory pro vysílače . . . . .	44
Provozní předpisy . . . . .	48
Příklady zahraničních konstrukcí . . . . .	51

## RADIOVÝ KONSTRUKTÉR

– vydává Vydavatelství MAGNET, Praha 1., Vladislavova 26, telefon 234355–7 ● Šéfredaktor ing. František Smolík ● Redakce Praha 2, Lublaňská 57, tel. 223630 ● Redakční rada: K. Bartoš, ing. J. Čermák, CSc., K. Donát, ing. L. Hloušek, A. Hofhans, Z. Hradiský, ing. J. T. Hyan, K. Krbec, J. Krémárik, ZMS, K. Novák, ing. O. Petráček, ing. J. Plzák, M. Procházka, ing. P. Pytner, ing. J. Vackář, CSc., laureát st. ceny KG, J. Ženíšek ● Ročně vyjde 6 čísel. Cena výtisku 4,50 Kčs, pololetní předplatné 13,50 Kčs, roční předplatné 27,— Kčs ● Rozšiřuje PNS, v jednotkách ozbrojených sil MAGNET – administrace, Praha 1, Vladislavova 26. Objednávky přijímá každá pošta i doručovatel ● Objednávky do zahraničí vyřizuje PNS – vývoz tisku, Jindřišská 14, Praha 1 ● Dohledací pošta 07 ● Tiskne Naše vojsko, závod 01, Na Valech 1, Praha – Dejvice ● Za původnost příspěvků ručí autor. Redakce rukopis vrátí, bude-li vyžádán a bude-li připojena frankovaná obálka se zpětnou adresou ● Toto číslo vyšlo 23. června 1970

© Vydavatelství Magnet Praha

# **SOUČÁSTKY PRO AMATÉRY**

---

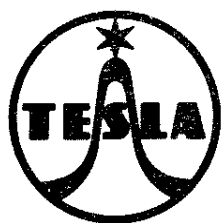
žádejte v prodejnách TESLA,  
zejména:

v PRAZE 1, Martinská 3,

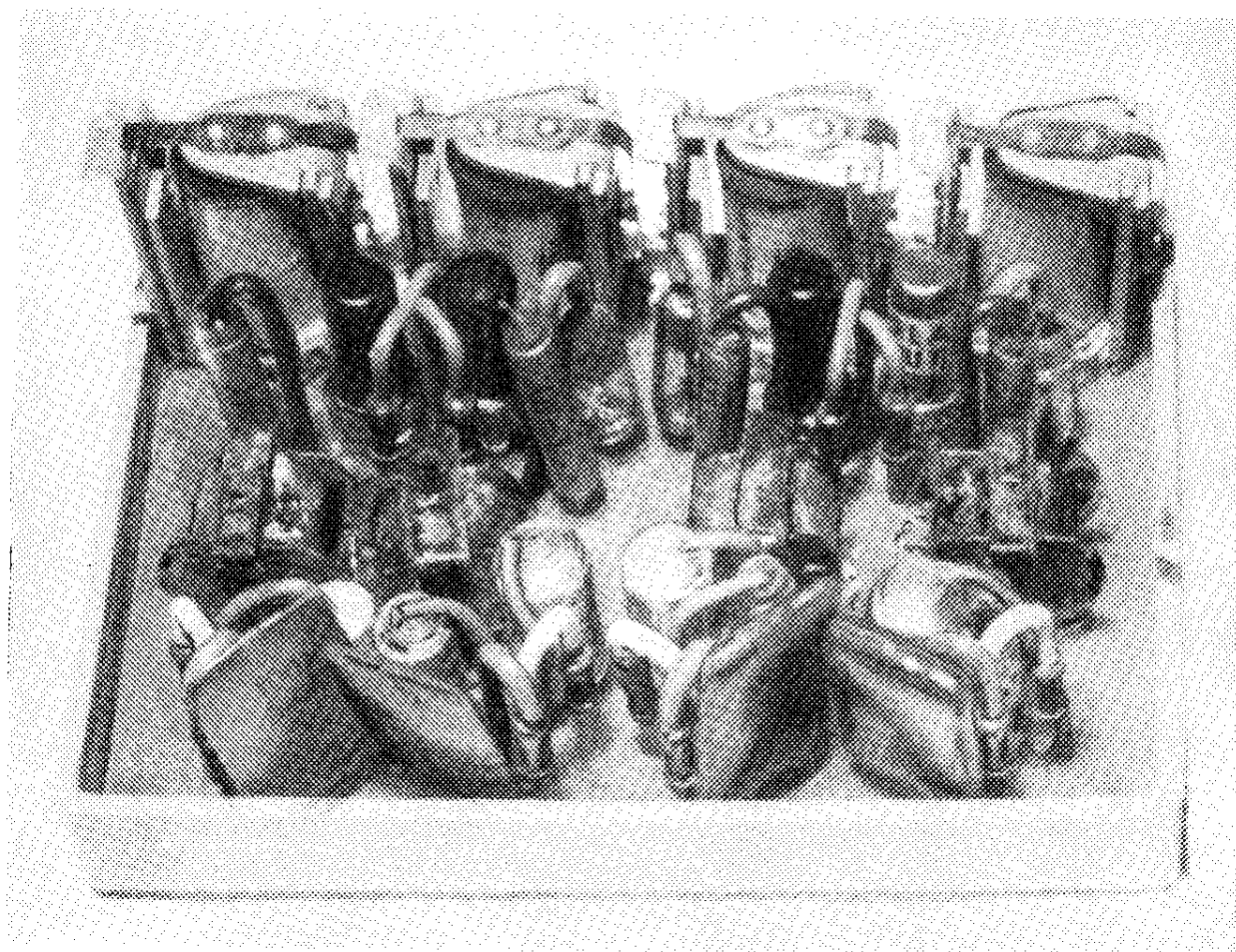
v BRNĚ, Františkánská 7 a

v BRATISLAVĚ,

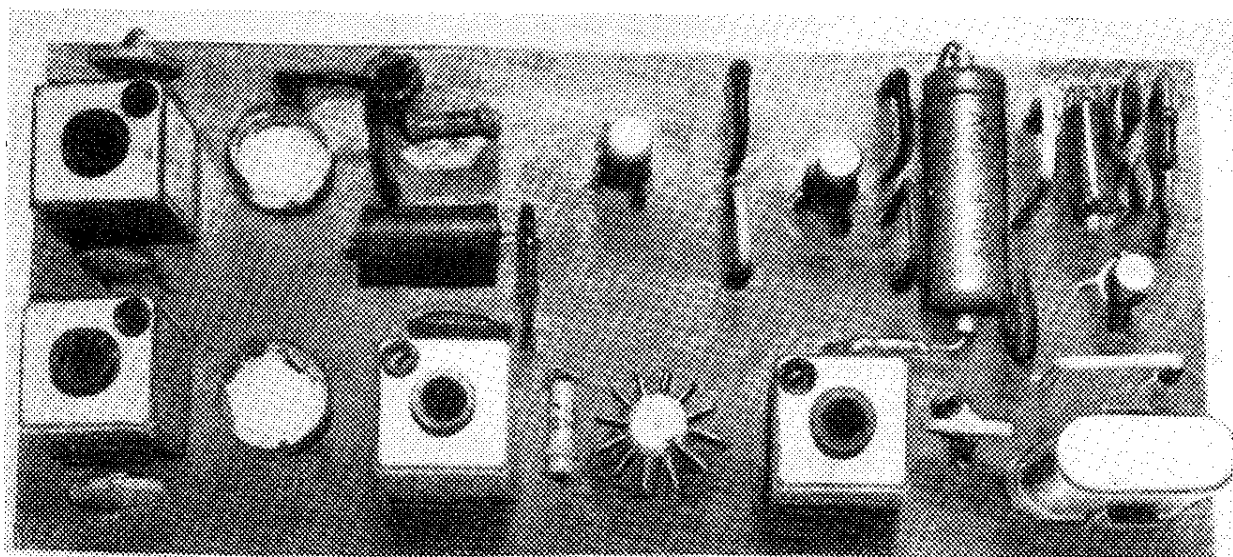
Červenej armády 8 a 10



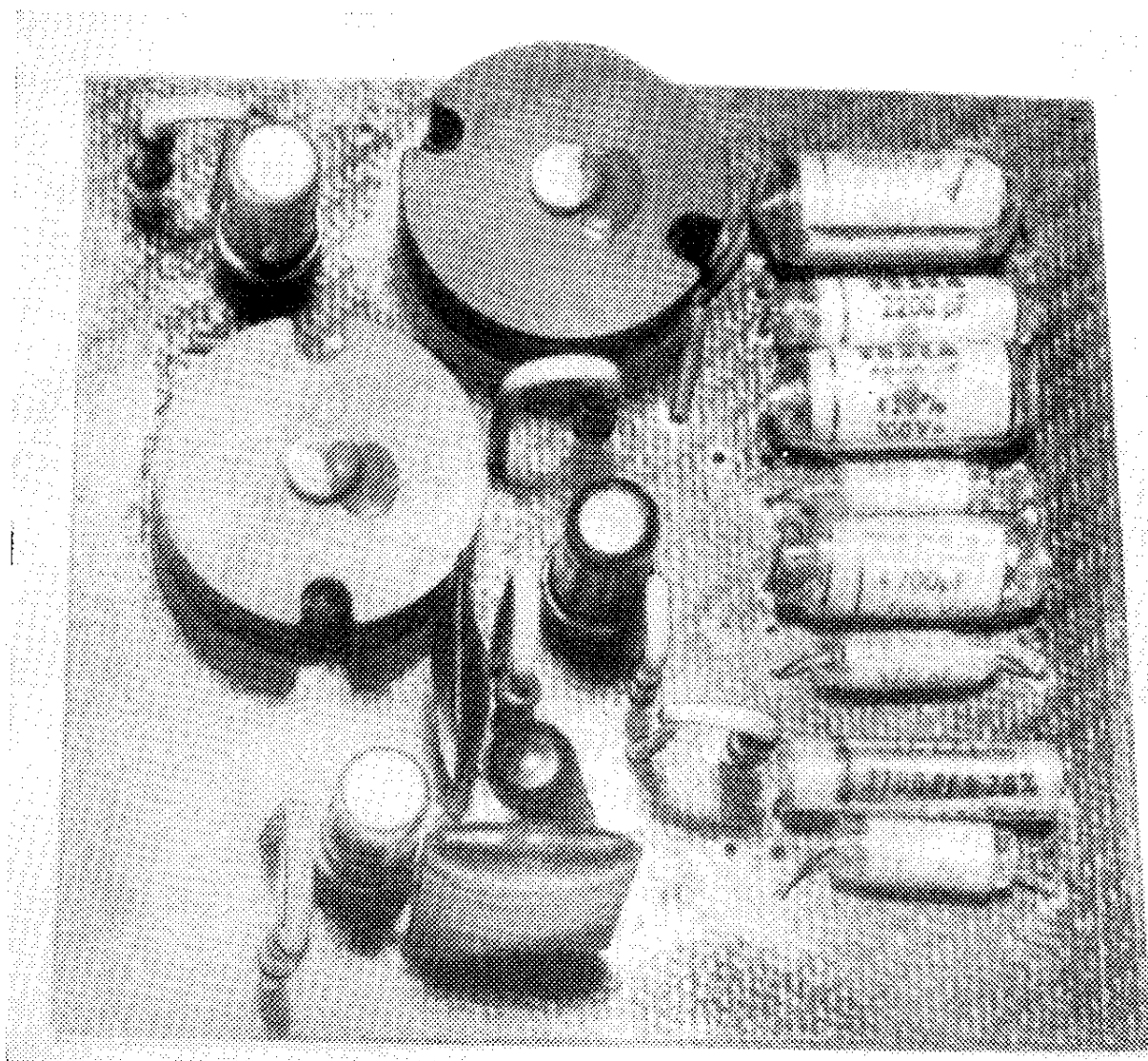




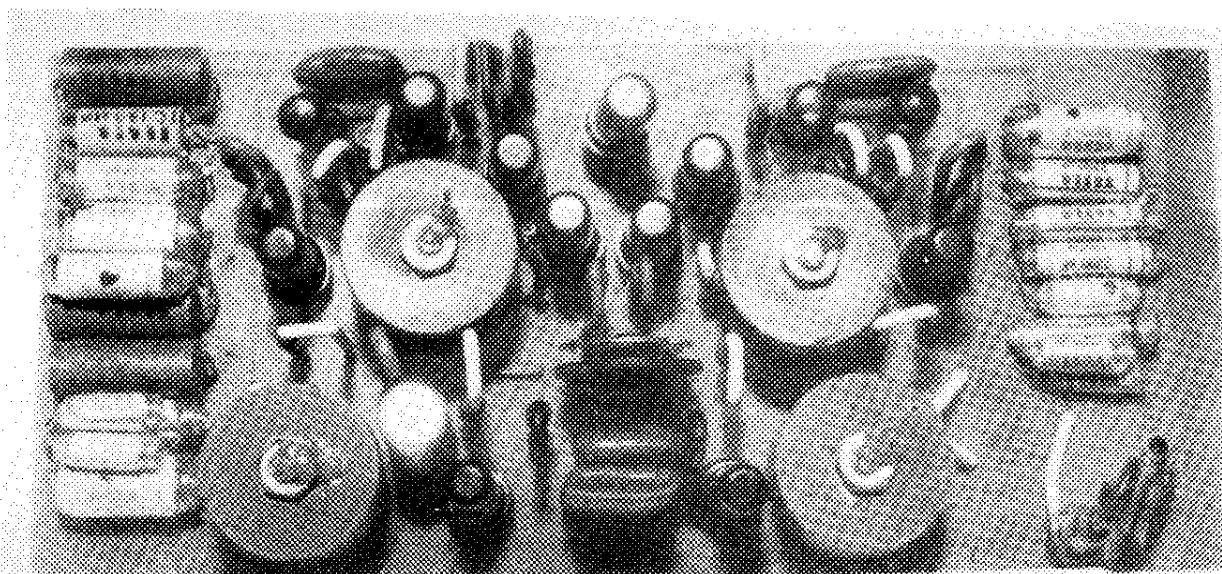
*Destička s plošnými spoji selektivního zesilovače (čtyři povelý)*



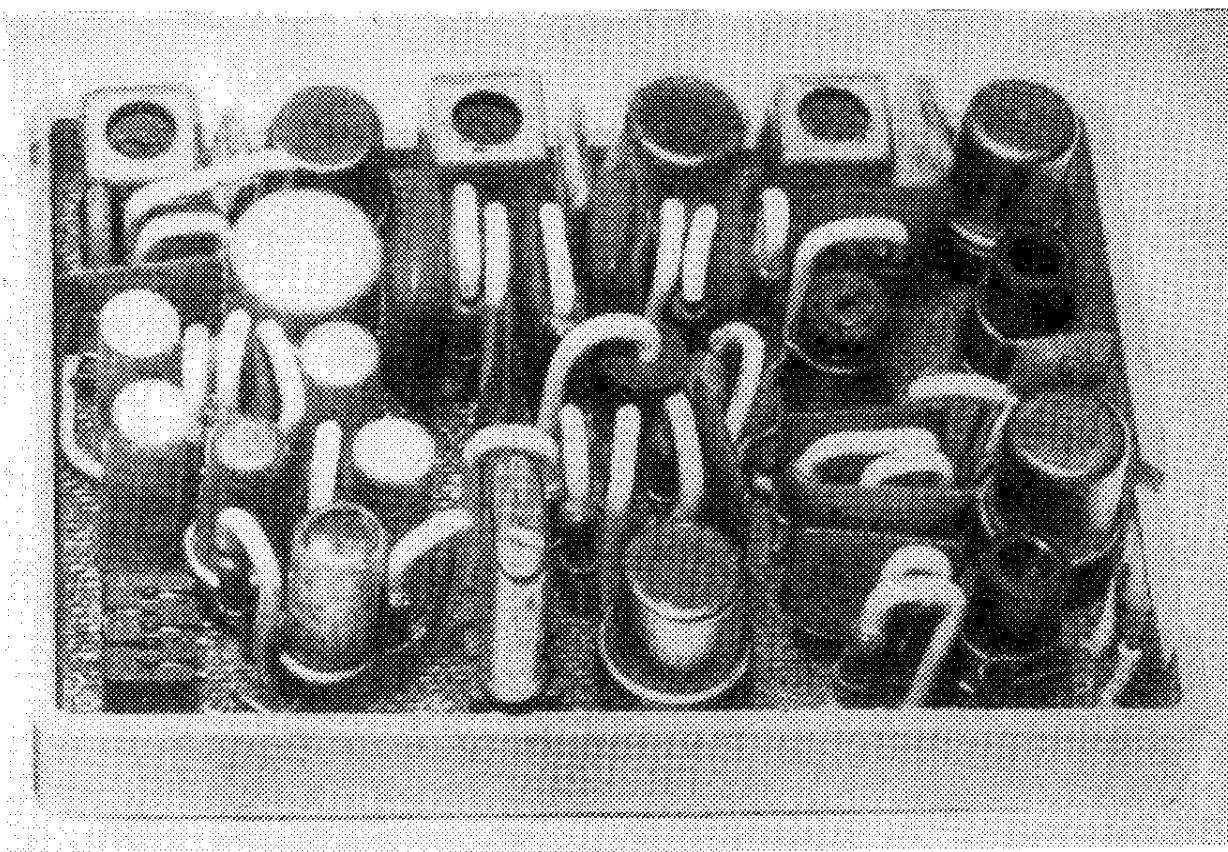
*Destička s plošnými spoji vysílače 27,12 MHz s modulací do budicího stupně*



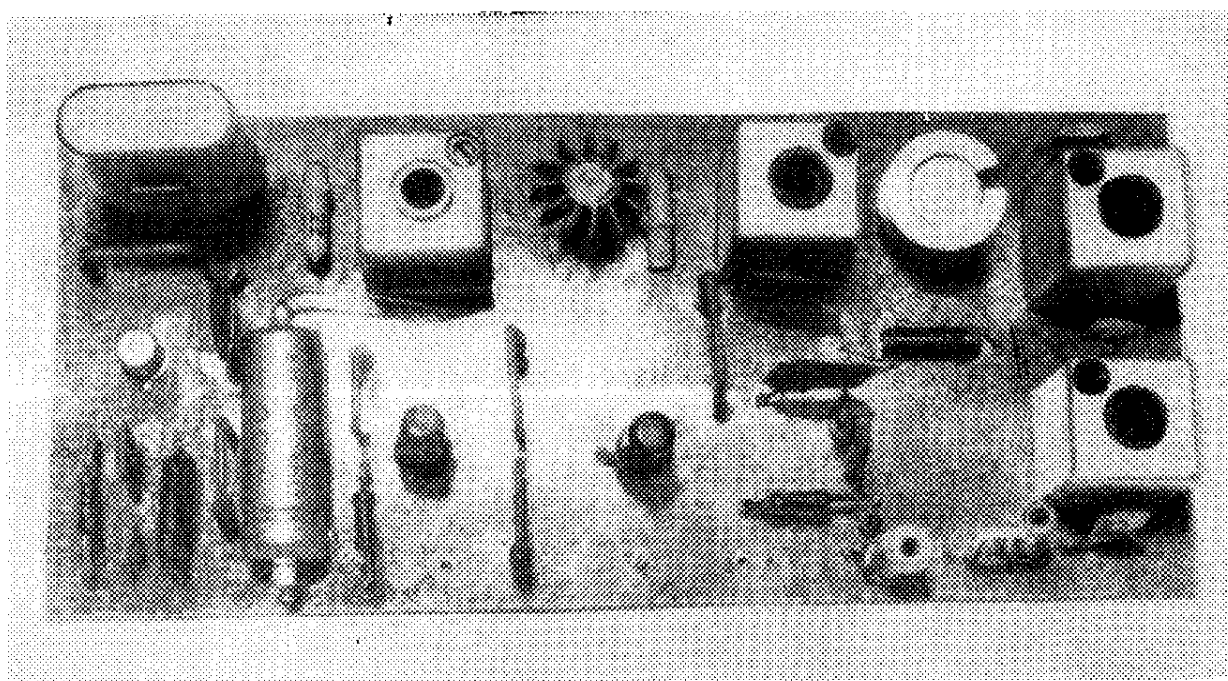
*Modulátor vysílače se čtyřmi povelý*



*Destička modulátoru se simultánním provozem*



*Destička s plošnými spoji přijímače 27,12 MHz*



*Destička vysílače 40,68 MHz s modulací do budicího stupně*